



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENENTUAN TARIF TRUK *THIRD PARTY LOGISTICS*  
UNTUK DISTRIBUSI SEMEN DI PULAU JAWA DARI PABRIK  
CITEUREUP PT INDOCEMENT TUNGGA PRAKARSA**

NOVIRA CLARESTA

NRP 2513 100 129

Dosen Pembimbing

Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

NIP. 197103171998021001

Dosen Ko-Pembimbing

Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D.

NIP. 19700523199601100

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017





FINAL PROJECT – TI 141501

**DETERMINATION OF THIRD PARTY LOGISTICS TRUCK  
COST FOR CEMENT DISTRIBUTION IN JAVA FROM  
CITEUREUP PLANT PT INDOCEMENT TUNGGA  
PRAKARSA**

NOVIRA CLARESTA

NRP 2513 100 129

Supervisor

Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

NIP. 197103171998021001

Co-Supervisor

Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D.

NIP. 19700523199601100

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



## LEMBAR PENGESAHAN

### **PENENTUAN TARIF TRUK *THIRD PARTY LOGISTICS* UNTUK DISTRIBUSI SEMEN DI PULAU JAWA DARI PABRIK CITEUREUP PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program S-1 Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Surabaya

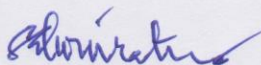
Oleh :

**NOVIRA CLARESTA**

**NRP 2513 100 129**

**Mengetahui dan menyetujui,**

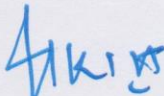
**Dosen Pembimbing**



**Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T**

NIP.197103171998021001

**Dosen Ko-Pembimbing**



**Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D**

NIP. 19700523199601100





# **PENENTUAN TARIF TRUK *THIRD PARTY LOGISTICS* UNTUK DISTRIBUSI SEMEN DI PULAU JAWA DARI PABRIK CITEUREUP PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA**

Nama : Novira Claresta  
NRP : 2513100129  
Jurusan : Teknik Industri  
Pembimbing : Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.  
Ko-Pembimbing : Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D

## **ABSTRAK**

Setiap perusahaan selalu menginginkan sistem distribusi yang baik. Salah satu strategi distribusi yang dapat diterapkan agar memperoleh profit optimal yaitu dengan menggunakan *Third Party Logistic* (3PL) sehingga perusahaan tetap fokus pada kompetensi inti dalam pembuatan semen. PT Indocement merencanakan menggunakan jasa 3PL dengan moda transportasi truk untuk mendistribusikan semen dalam kantong dan curah dari Pabrik Citeureup ke area pemasaran di Pulau Jawa. Tarif truk merupakan dasar dalam pemilihan *provider* 3PL yang nilainya ditentukan oleh biaya investasi untuk truk, kantor, workshop dan biaya operasional untuk bahan bakar, pemeliharaan, operasional, dan overhead. Penentuan jumlah truk untuk menghitung biaya investasi merupakan permasalahan yang kompleks karena adanya ketidakpastian dalam *demand*, waktu *loading*, waktu *unloading*, dan waktu perjalanan sehingga harus menggunakan Metode *Discrete-Event Simulation*. Hasil simulasi dipilih dari komposisi jumlah truk semen kantong dan truk semen curah yang dapat memberikan *service level* terbaik. Jumlah truk tersebut digunakan sebagai dasar estimasi biaya investasi yang diperlukan. Perhitungan tarif dilakukan dengan mengolah komponen biaya tetap dan biaya variabel. Tarif yang dihasilkan berupa tarif per ton per tujuan yang berbeda bergantung pada lokasi tujuan dan jenis semen.

**Kata Kunci :** Distribusi semen, 3PL, Truk, Tarif, Simulasi Diskrit

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



# **DETERMINATION OF THIRD PARTY LOGISTICS TRUCK COST FOR CEMENT DISTRIBUTION IN JAVA FROM CITEUREUP PLANT PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA**

Name : Novira Claresta  
Student ID : 2513100129  
Department : Industrial Engineering  
Supervisor : Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.  
Co-Supervisor : Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D

## **ABSTRACT**

Every company needs a good distribution system. One of the distribution strategies that can be implemented to gain maximum profit is by using Third Party Logistic (3PL) strategy so that the company can focus on its competency of producing cement. Indocement plans to use 3PL services with truck transportation mode to distribute cement in bags and bulk from Citeureup Plant to marketing area in Java. Distribution fare is the basis for 3PL provider selection whose value is determined by the investment costs for trucks, offices, workshops and operating expenses for fuel, maintenance, operations, and overhead. Determining the number of trucks to calculate the investment cost is a complex problem because of uncertainty in demand, loading time, unloading time, and travel time so it must use Discrete-Event Simulation Method. The results of the simulation were chosen from the composition of the number of cement truck bags and bulk cement trucks that can provide the best service level. The number of trucks needed are used as the basis for the estimated investment cost. The calculation of distribution fare is done by processing fixed cost and variable cost components. The generated fare is fare per ton per destination, which differs from the location of each and the type of cement.

***Keywords :*** Cement Distribution, 3PL, Truck, Discrete Simulation

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT senantiasa penulis panjatkan karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir **“Penentuan Tarif Truk *Third Party Logistics* untuk Distribusi Semen di Pulau Jawa dari Pabrik Citeureup PT Indocement Tungal Prakarsa”**. Shalawat serta salam juga senantiasa penulis haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak sekali bantuan, saran dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Vivat Vindeztrivthala (alm) dan Faras Yuniba, selaku kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat serta doa yang luar biasa selama pertumbuhan penulis dan Favian Rahmansademar, selaku adik penulis yang memberikan semangat baik selama penulis menjalani kuliah maupun dalam penulisan laporan.
2. Bapak Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, motivasi, kritik, dan saran serta pengalaman pelatihan mental yang berharga.
3. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D. selaku kepala departemen dan dosen ko-pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan.
4. Bapak Dody Hartanto, S.T., M.T., Prof. Ir. Budi Santosa, M.Sc., Ph.D., dan Ibu Diesta Iva Maftuhah, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan untuk penelitian ini.
5. Bapak Sie Ngoh, Bapak Budi, Bapak Eki, Bapak Adit, serta seluruh karyawan PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk. yang telah bersedia memberikan informasi yang berguna bagi penelitian ini.

Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan, apabila dalam penulisan laporan terdapat kesalahan, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Masukan dan kritik sangat penulis harapkan untuk membuat penulis menjadi lebih baik. Penulis berharap agar Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua yang membutuhkan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XIII</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>XV</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan dan Asumsi .....	4
1.5.1 Batasan .....	4
1.5.2 Asumsi.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Simulasi.....	7
2.1.1 Klasifikasi Model Simulasi .....	7
2.1.2 Simulasi dengan ARENA.....	8
2.2 Manajemen Distribusi dan Transportasi .....	8
2.3 <i>Third Party Logistics</i> .....	10
2.4 Studi Kelayakan .....	10
2.4.1 Investasi.....	11
2.4.2 <i>Capital Expenditure</i> dan <i>Operating Expenditure</i> .....	11
2.4.3 <i>Free Cash Flow</i> .....	11
2.4.4 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	12
2.4.5 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	13
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Studi Sistem.....	16
3.1.1 Elemen Sistem.....	16
3.1.2 Variabel Sistem .....	17
3.1.3 Kriteria Keputusan .....	18
3.1.4 Ukuran Performansi .....	18
3.2 Pengumpulan Data .....	18

3.3	Penentuan Jumlah Kebutuhan Truk .....	19
3.3.1	Pembuatan Model Konseptual .....	19
3.3.2	Pembuatan Model Simulasi .....	21
3.3.3	Validasi dan Verifikasi .....	21
3.3.4	Pembuatan Ide Skenario Keputusan .....	22
3.3.5	Eksperimen Skenario .....	22
3.3.6	Analisis Skenario .....	22
3.4	Perhitungan Tarif 3PL .....	22
3.5	Analisis Hasil .....	23
3.6	Kesimpulan dan Saran .....	23
<b>BAB 4 PERANCANGAN DAN ANALISIS MODEL SIMULASI .....</b>		<b>25</b>
4.1	Gambaran Umum PT Indocement Tunggal Prakarsa .....	25
4.1.1	Visi dan Misi Perusahaan .....	25
4.1.2	Jenis Produk .....	26
4.2	Pengumpulan Data .....	27
4.2.1	Alur Distribusi .....	28
4.2.2	Data Struktural .....	28
4.2.3	Data Operasional .....	30
4.2.4	Data Numerik .....	30
4.3	Model Konseptual .....	31
4.3.1	Model Konseptual Sistem Distribusi Semen .....	31
4.3.2	Model Konseptual <i>Updater</i> .....	35
4.4	Model Simulasi .....	38
4.4.1	Model Simulasi Sistem Distribusi .....	39
4.4.1.1	Model pada Distributor .....	40
4.4.1.2	Model pada <i>Truck Pool</i> .....	41
4.4.1.3	Model pada Pabrik .....	41
4.4.2	Submodel <i>Updater</i> Waktu Operasional .....	42
4.4.3	Submodel <i>Updater</i> Pola Permintaan .....	43
4.4.4	Submodel <i>Updater</i> Persediaan .....	44
4.5	Penentuan Jumlah Replikasi .....	45
4.6	Validasi dan Verifikasi .....	46
4.6.1	Verifikasi .....	46
4.6.1.1	Verifikasi <i>Error</i> pada Model .....	47
4.6.1.2	Verifikasi Waktu Operasional .....	47
4.6.1.3	Verifikasi Jumlah Pengiriman .....	48
4.6.2	Validasi .....	49
4.7	Penentuan Kebutuhan Jumlah Truk .....	50
<b>BAB 5 PERHITUNGAN DAN ANALISIS TARIF TRUK 3PL .....</b>		<b>55</b>

5.1	Elemen Biaya .....	55
5.1.1	Biaya Tetap .....	55
5.1.2	Biaya Variabel.....	57
5.2	Perhitungan Tarif.....	58
5.3	Perhitungan Laporan Laba Rugi .....	64
5.4	Perhitungan <i>Free Cash Flow</i> .....	64
5.5	Analisis Hasil Perhitungan.....	64
5.5.1	Pengaruh Nilai Sisa terhadap Perhitungan Tarif .....	67
5.5.2	Pengaruh <i>Growth</i> pada Pengeluaran terhadap Perhitungan Tarif .....	69
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>71</b>
6.1	Kesimpulan.....	71
6.2	Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>73</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>		<b>75</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>		<b>81</b>
<b>LAMPIRAN C .....</b>		<b>93</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>		<b>97</b>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Aktivitas yang Dilakukan Pada Sistem Distribusi Semen.....	17
Gambar 3. 3 <i>Influence Diagram</i> Distribusi Semen.....	21
Gambar 4. 1 Grafik Pola Permintaan Semen PT Indocement.....	31
Gambar 4. 2 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen.....	32
Gambar 4. 3 Model Konseptual <i>Updater</i> Jam, Hari, dan Bulan .....	36
Gambar 4. 4 Model Konseptual Pola Permintaan .....	37
Gambar 4. 5 Model Konseptual <i>Updater</i> Persediaan.....	38
Gambar 4. 6 Model Simulasi Distribusi Semen Kantong Keseluruhan.....	39
Gambar 4. 7 Model Simulasi Distribusi Semen Curah Keseluruhan .....	39
Gambar 4. 8 Model Awal Pada Distributor .....	40
Gambar 4. 9 Model Akhir pada Distributor .....	40
Gambar 4. 10 Model pada <i>Truck Pool</i> .....	41
Gambar 4. 11 Model pada Pabrik .....	42
Gambar 4. 12 Submodel <i>Updater</i> Waktu Operasional .....	43
Gambar 4. 13 Submodel <i>Updater</i> Pola Permintaan .....	43
Gambar 4. 14 Submodel <i>Updater</i> Persediaan .....	44
Gambar 4. 15 Hasil Pengecekan <i>Error</i> dari Model Simulasi.....	47
Gambar 4. 16 Verifikasi Waktu Operasional pada Distributor .....	48
Gambar 4. 17 Verifikasi Jumlah Pengiriman .....	48
Gambar 4. 18 Penentuan Kebutuhan Jumlah Truk pada <i>Process Analyzer</i> .....	51
Gambar 5. 1 Contoh Perhitungan Biaya untuk Dasar Perhitungan Tarif.....	63
Gambar 5. 2 Tarif Distribusi Per Ton Per Tujuan untuk Semen Kantong .....	66

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variabel Sistem Distribusi Semen .....	18
Tabel 3. 2 Data Sistem Distribusi Semen.....	19
Tabel 3. 3 Aturan Identifikasi Sistem.....	20
Tabel 4. 1 Lokasi Distributor Semen Kantong.....	29
Tabel 4. 2 Lokasi Distributor Semen Curah.....	29
Tabel 4. 3 Perhitungan Jumlah Replikasi.....	45
Tabel 4. 4 Perhitungan Validasi .....	49
Tabel 4. 5 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Kantong Pertama .....	51
Tabel 4. 6 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Kantong Kedua.....	52
Tabel 4. 7 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Curah Pertama .....	52
Tabel 4. 8 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Curah Kedua.....	53
Tabel 4. 9 Perbandingan Jumlah Hari .....	54
Tabel 5. 1 Data Komponen Biaya.....	55
Tabel 5. 2 Jumlah Truk Hasil Simulasi .....	56
Tabel 5. 3 Biaya Tetap Sistem Distribusi.....	56
Tabel 5. 4 Perhitungan Depresiasi.....	57
Tabel 5. 5 Rincian Biaya <i>Maintenance</i> .....	57
Tabel 5. 6 Perhitungan Biaya Bahan Bakar .....	58
Tabel 5. 7 Biaya Variabel Sistem Distribusi .....	58
Tabel 5. 8 Permintaan Semen Kantong.....	58
Tabel 5. 9 Permintaan Semen Curah.....	59
Tabel 5. 10 Jumlah Ritase Tiap Distributor Semen Kantong.....	60
Tabel 5. 11 Jumlah Ritase Tiap Distributor Semen Curah.....	60
Tabel 5. 12 Biaya BBM dengan Kenaikan Per Tahun .....	61
Tabel 5. 13 Biaya <i>Maintenance</i> dengan Kenaikan Per Tahun .....	62
Tabel 5. 14 Upah Sopir dengan Kenaikan Per Tahun .....	62
Tabel 5. 15 Contoh Perhitungan Km Per Tahun .....	62
Tabel 5. 16 Komponen Biaya Tetap.....	63
Tabel 5. 17 Total Biaya Distribusi .....	63

Tabel 5. 18 Laporan Laba Rugi .....	64
Tabel 5. 19 <i>Free Cash Flow</i> .....	64
Tabel 5. 20 Perhitungan IRR dan NPV .....	64
Tabel 5. 21 Pengaruh Nilai Sisa pada Penentuan Awal pada Perhitungan Tarif ...	67
Tabel 5. 22 Pengaruh Nilai Sisa di Akhir Periode pada Perhitungan Tarif .....	68
Tabel 5. 23 Pengaruh <i>Growth</i> pada Pengeluaran.....	69

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal dasar dalam melakukan penelitian yaitu latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, batasan masalah atau ruang lingkup permasalahan, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan dari penelitian.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

PT Indocement Tungal Prakarsa memiliki 13 pabrik yang berada di Jawa Barat (Citeureup-Bogor dan Cirebon) dan Kalimantan Selatan (Tarjun). Pada lokasi Citeureup terdapat 10 pabrik sehingga menjadi salah satu kompleks pabrik semen terintegrasi terbesar di dunia. Produksi semen dari Pabrik Citeureup sebagian besar digunakan untuk memasok kebutuhan semen di Pulau Jawa. Pendistribusian semen di Pulau Jawa dilakukan secara langsung ke *end customer* dan atau melalui *warehouse* (terminal) untuk selanjutnya dilanjutkan ke *end customer*.

Pangsa pasar PT Indocement cukup besar, yaitu sekitar 31% pasar domestik (Kementerian Perindustrian, 2017) sehingga untuk mempertahankan atau meningkatkan pangsa pasar yang telah dicapai maka diperlukan sistem distribusi yang baik. Namun demikian, semen merupakan komoditi yang memiliki *margin* relatif kecil dengan volume yang besar. Menurut Frazelle (2002), transportasi merupakan aktivitas logistik yang membutuhkan biaya terbesar, yaitu 40% dari total pengeluaran perusahaan di bidang logistik. Oleh sebab, itu ketidakefisienan pada distribusi akan membuat profit menjadi tidak optimal.

Salah satu strategi distribusi yang dapat diterapkan agar profit optimal, yaitu dengan menggunakan *Third Party Logistic* (3PL) sehingga perusahaan tetap fokus pada kompetensi inti dalam pembuatan semen. 3PL telah memegang peranan penting pada banyak industri karena dinilai dapat mereduksi pengeluaran biaya dan meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan (Aguezzoul, 2007). Pertimbangan dalam pemilihan 3PL dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu biaya, pelayanan yang ditawarkan, lokasi, teknologi, kualitas, dan faktor-faktor lain.

Faktor biaya merupakan faktor yang menjadi pertimbangan utama perusahaan. Perusahaan perlu membandingkan pengeluaran apabila menggunakan 3PL, sehingga perusahaan perlu mengetahui biaya distribusi yang menjadi dasar pembandingan dengan biaya yang ditawarkan 3PL.

Pendistribusian semen di PT Indocement menggunakan moda transportasi darat (truk, kereta api) dan laut (kapal). Distribusi semen di Pulau Jawa sebagian besar menggunakan truk melalui jalan darat, selain kapal dan kereta api. Penggunaan truk dan kapal digunakan untuk pendistribusian semen ke terminal atau *end user*, sedangkan kapal untuk mendistribusikan semen dari pabrik melalui *packing plant*, dan selanjutnya dari *packing plant* ke terminal atau *end user* menggunakan truk.

PT Indocement melakukan pendistribusian terhadap seluruh semen yang diproduksi oleh perusahaan. Jenis semen yang diproduksi oleh PT Indocement beragam. Produk utama PT Indocement yaitu semen tipe Ordinary Portland Cement (OPC) dan Pozzolan Portland Cement (PPC) yang kemudian digantikan oleh Portland Composite Cement (PCC) sejak 2005. Indocement juga memproduksi semen jenis lain yaitu Portland Cement Type II dan Type V serta Oil Well Cement. PT Indocement juga merupakan satu-satunya produsen semen jenis Semen Putih (*White Cement*) di Indonesia. Tiap jenis semen memiliki fungsi yang berbeda-beda. Semen yang digunakan untuk konstruksi umum, yaitu PCC, besar permintaannya dapat diprediksi karena dapat melihat berdasarkan pertambahan penduduk dan kebutuhannya terhadap bangunan, beda dengan jenis semen lain yang jumlah permintaannya tidak pasti. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan pada jenis semen PCC karena dapat terlihat pola permintaannya tiap bulan. Pada PT Indocement, jenis semen PCC didistribusikan dalam bentuk kantong dan curah.

Distribusi semen yang akan diamati dalam penelitian ini khusus untuk penggunaan moda transportasi truk dari Pabrik Citeureup ke area pemasaran di Pulau Jawa dengan menggunakan jasa 3PL. Distribusi yang diamati tidak mencakup semua wilayah di Pulau Jawa, tetapi hanya lokasi-lokasi pengiriman yang pengirimannya langsung dari pabrik menuju lokasi dan tidak melihat distribusi yang dimulai dari *warehouse*. Pada penelitian ini, akan dilakukan penentuan tarif sebagai dasar pemilihan *provider* 3PL. Pemilihan *provider* 3PL

dilakukan karena pada kondisi eksisting belum dilakukan kerjasama dengan 3PL, sehingga dengan penelitian ini diharapkan hasil perhitungan tarif yang diperoleh dapat menjadi dasar pembandingan untuk tarif yang ditawarkan beberapa perusahaan penyedia jasa sehingga tarif yang digunakan tidak menyebabkan pengeluaran perusahaan melebihi estimasi awal. Perhitungan tarif distribusi memerlukan perhitungan awal akuntansi yang dapat melihat pengeluaran atau pembiayaan pada perusahaan yang berhubungan dengan distribusi yang dilakukan. Pengeluaran biaya perusahaan dilihat dari segi *capital expenditure* dan *operating expenditure*. *Capital expenditure* merupakan biaya investasi dari perusahaan, dalam perhitungannya perlu dilakukan pencatatan terhadap investasi yang dilakukan, termasuk investasi truk yang digunakan. Penentuan jumlah truk merupakan hal yang penting terkait dengan masalah distribusi dan merupakan sistem yang kompleks. Pada simulasi, sebuah sistem dikatakan kompleks karena dua hal, yaitu ketidakpastian dan keterkaitan pada sistem. Sistem yang diamati dinilai kompleks karena adanya ketidakpastian dalam *demand*, waktu *loading*, waktu *unloading*, dan waktu perjalanan. Metode simulasi diskrit dapat meniru kondisi nyata sistem hingga dapat mengatasi dan menggambarkan ketidakpastian yang terjadi pada sistem. Sehingga dalam penentuan jumlah kebutuhan truk dilakukan dengan menggunakan metode simulasi diskrit dengan *software* ARENA dengan melihat jumlah truk minimal yang akan ditentukan berdasarkan utilitas truk dan *service level* terhadap pengiriman. *Service level* yang umumnya dikatakan baik bagi perusahaan berdasarkan pengamatan yang dilakukan, yaitu ketika mencapai 80%. Sehingga pada penelitian ini, *service level* yang digunakan minimal 80%.

## **1.2 Rumusan Permasalahan**

Rumusan permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan tarif truk yang menguntungkan bagi kedua belah pihak sebagai dasar dalam pemilihan *provider* 3PL untuk distribusi semen dari Pabrik Citeureup ke area pemasaran Pulau Jawa.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kebutuhan jumlah truk minimal sebagai dasar perhitungan tarif distribusi semen yang akan digunakan sebagai dasar pemilihan *provider* 3PL.
2. Menentukan tarif truk semen kantong dan semen curah per ton per tujuan di Pulau Jawa dari Pabrik Citeureup.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan rekomendasi berupa pertimbangan pemilihan strategi distribusi terkait transportasi bagi PT Indocement.
2. Memberikan rekomendasi sebagai pertimbangan pemilihan *provider* 3PL bagi PT Indocement.
3. Meningkatkan pemahaman penulis mengenai simulasi dan metode pengambilan keputusan yang tepat.

### **1.5 Batasan dan Asumsi**

Batasan dan asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

#### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan selama melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Produk semen yang diamati adalah semen kantong dan curah jenis PCC.
2. Sistem yang diamati mulai dari semen berada di silo Pabrik Citeureup hingga terminal atau *end customer* di Pulau Jawa.
3. Truk yang digunakan baik untuk semen curah maupun semen kantong memiliki kapasitas 32 ton.
4. *Working days* pada distributor dari Senin hingga Jumat.



### **1.5.2 Asumsi**

Asumsi yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen tersedia dan siap untuk *loading* ketika truk sampai pada *packing plant*.
2. Truk akan kembali ke pabrik setelah proses pengiriman.
3. Satu bulan terdiri dari 30 hari.
4. *Time Windows* dari tiap distributor dari pukul 08.00 hingga 17.00.
5. Tiap kota diwakili oleh satu node meskipun terdapat lebih dari satu gudang pada kota tersebut.
6. *Service level* yang digunakan untuk menentukan kebutuhan jumlah truk minimal sebesar 80%.
7. Pabrik akan buka dan melakukan pengiriman setiap hari, apabila pesanan sampai pada distributor tidak pada hari kerja, truk akan menunggu pada distributor hingga hari kerja.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari delapan bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini dalam laporan penelitian ini menjelaskan mengenai latar belakang, dibuatnya penelitian, rumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan, manfaat, batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini terdiri teori-teori yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian. Sumber yang digunakan untuk tinjauan pustaka antara lain adalah buku, jurnal-jurnal, dan penelitian-penelitian sebelumnya yang sesuai dengan masalah yang diangkat.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini terdiri dari langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian serta metode dan pendekatan yang digunakan agar penelitian dapat dilakukan dengan sistematis. Secara umum metodologi pada penelitian ini adalah pengumpulan data, pembuatan model, pengolahan data, analisis serta terakhir kesimpulan dan saran.

### **BAB 4 PERANCANGAN DAN ANALISIS MODEL SIMULASI**

Bab ini terdiri dari data-data yang didapatkan untuk kemudian data tersebut diolah dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan. Data yang didapatkan merupakan data sekunder yang berasal dari manajemen perusahaan. Pengolahan data yang dilakukan berupa pembuatan model simulasi yang kemudian hasilnya digunakan sebagai dasar perhitungan tarif distribusi.

### **BAB 5 PERHITUNGAN DAN ANALISIS TARIF TRUK 3PL**

Bab ini berisi mengenai perhitungan dan analisis dari hasil pengolahan data yang berupa perhitungan akuntansi yang dilakukan dan akan diuraikan secara detail juga sistematis berdasarkan hasil pengolahan yang dilakukan.

### **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar landasan dalam melakukan penelitian.

#### **2.1 Simulasi**

Simulasi merupakan suatu cara yang dilakukan untuk meniru suatu kondisi atau sistem menggunakan yang biasanya menggunakan model komputer dengan *software* yang tepat (Kelton, et al., 2006). Keuntungan menggunakan simulasi yaitu dapat menyelesaikan permasalahan pada sistem yang rumit dengan dilakukannya pembuatan model. Dengan adanya simulasi eksperimen secara langsung tidak perlu dilakukan karena *time-consuming*, membutuhkan biaya, dan dapat merusak. Suatu sistem dapat diselesaikan dengan menggunakan simulasi jika sistem tersebut merupakan sistem yang kompleks. Suatu sistem dapat dikatakan kompleks jika memenuhi dua syarat, yaitu :

1. *Variability* yang berarti dalam suatu sistem terdapat variabilitas atau tingkat kerandoman yang menghasilkan ketidakpastian.
2. *Interdependency* yang berarti dalam suatu sistem terdapat beberapa elemen-elemen sistem yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi satu sama lain.

##### **2.1.1 Klasifikasi Model Simulasi**

Pada dasarnya model simulasi dikelompokkan menjadi tiga menurut Kelton, Sadowski, & Sadowski (2006).

1. Statis atau Dinamis

Klasifikasi ini dilakukan berdasarkan ada atau tidaknya pengaruh waktu. Simulasi statis merupakan simulasi sistem yang tidak dipengaruhi oleh waktu. Sedangkan simulasi dinamis merupakan simulasi suatu sistem yang dipengaruhi oleh waktu.

## 2. Kontinu atau Diskrit

Klasifikasi jenis ini dilakukan berdasarkan perubahan status tiap satuan waktu. Simulasi diskrit merupakan simulasi suatu sistem yang komponen-komponennya berubah di titik-titik waktu tertentu. Sedangkan simulasi kontinu merupakan simulasi suatu sistem yang komponen-komponennya berubah secara terus-menerus pada waktu tertentu.

## 3. Deterministik atau Stokastik

Klasifikasi ini dilakukan berdasarkan random atau tidaknya variabel dalam suatu sistem. Simulasi stokastik merupakan simulasi dimana sebuah sistem memiliki satu atau lebih variabel yang random. Sedangkan simulasi deterministik merupakan simulasi suatu sistem yang tidak memiliki variabel acak atau nilainya pasti.

### 2.1.2 Simulasi dengan ARENA

ARENA adalah sebuah *discrete event simulation software* yang dikembangkan oleh Rockwell Automation yang dapat mensimulasikan sistem nyata. ARENA menyediakan alternatif dan *template* yang *interchangeable* dari model simulasi grafik dan model simulasi analisis yang dapat dikombinasikan untuk menciptakan model-model simulasi yang cukup luas dan bervariasi. Simulasi menggunakan ARENA dapat dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut.

1. Pengumpulan data sebagai input
2. *Fitting distribution*
3. Pembuatan model simulasi dengan ARENA
4. Masukkan data ke model
5. Lakukan simulasi
6. Verifikasi dan validasi

## 2.2 Manajemen Distribusi dan Transportasi

Kemampuan untuk mengelola jaringan distribusi merupakan satu komponen keunggulan kompetitif yang sangat penting bagi kebanyakan industri. Kegiatan transportasi dan distribusi menjadi semakin penting artinya bagi *supply chain* dengan semakin banyaknya perusahaan yang harus melakukan pengiriman

langsung ke pelanggan. Pada dasarnya fungsi distribusi dan transportasi yaitu menghantarkan produk dari lokasi di mana produk diproduksi sampai di mana mereka akan digunakan. Manajemen distribusi dan transportasi mencakup baik aktivitas fisik yang secara kasat mata dapat disaksikan, seperti menyimpan dan mengirim produk, maupun fungsi non-fisik yang berupa aktivitas pengolahan informasi dan pelayanan kepada pelanggan. Pada prinsipnya, fungsi ini bertujuan untuk menciptakan pelayanan yang tinggi kepada pelanggan yang dapat dilihat dari *service level* yang dicapai, kecepatan pengiriman, kesempurnaan barang sampai ke tangan pelanggan, serta pelayanan purna jual yang memuaskan (Pujawan & ER, 2010).

Secara umum terdapat tiga strategi distribusi produk dari pabrik ke pelanggan. Masing-masing dari strategi memiliki keunggulan. Ketiga strategi tersebut adalah sebagai berikut (Pujawan & ER, 2010):

1. Pengiriman langsung (*direct shipment*)

Pada model ini, pengiriman langsung dari pabrik ke pelanggan, tanpa melalui gudang atau fasilitas penyangga. Sehingga dengan strategi ini kebutuhan gudang atau fasilitas penyangga akan hilang. Biasanya strategi ini sesuai digunakan untuk barang yang umurnya pendek dan barang yang mudah rusak dalam proses bongkar/muat atau pemindahannya.

2. Pengiriman melalui *warehouse*

Pada model ini, barang tidak langsung dikirim ke pelanggan, namun melewati satu atau lebih gudang atau fasilitas penyangga. Berkebalikan dengan model *direct shipment*, model *warehousing* cocok untuk produk yang ketidakpastian *demand/supply*-nya tinggi serta produk yang memiliki daya tahan relatif lama. Gudang juga berfungsi sebagai tempat melakukan konsolidasi beban dari sejumlah *supplier* ke sejumlah pelanggan sehingga pengiriman dapat dilaksanakan dengan skala ekonomi yang lebih tinggi.

3. *Cross-docking*

Pada model ini, produk akan mengalir melalui fasilitas *cross-dock* yang berada antara pabrik dan pelanggan. Di tempat ini, kendaraan penjemput dan pengirim akan bertemu dan terjadi transfer beban (tentu juga

dimungkinkan terjadinya konsolidasi yang melibatkan banyak pabrik dan pelanggan).

### **2.3 *Third Party Logistics***

*Third Party Logistics* (3PL) mengacu pada aktivitas yang dilakukan oleh penyedia layanan logistic atas nama pengirim dan paling tidak terdapat manajemen dan pelaksana dalam transportasi dan pergudangan (Zhang & Okoroafo, 2015). Penyedia *Third Party Logistic* merupakan perusahaan independen yang menyediakan logistik tunggal atau banyak kepada perusahaan yang membeli layanan tersebut. Penyedia *Third Party Logistic*, walaupun mereka bukan merupakan pemilik dari produk yang didistribusikan, mereka bertanggung jawab dan terikat untuk melakukan aktivitas logistik yang diminta oleh perusahaan yang membeli jasa mereka. Hubungan antara kedua perusahaan adalah jangka panjang dan saling menguntungkan (Papadopoulou, 2001).

Suatu hubungan antara *shipper* dan pihak ketiga, yang bila dibandingkan dengan *basic services*, memiliki lebih banyak tawaran yang dapat dikostumisasi, mencakup fungsi layanan (*service function*) yang luas dan berkarakteristik sebagai hubungan yang saling menguntungkan dan berjangka panjang (Murphy & Poist, 1998).

### **2.4 Studi Kelayakan**

Studi kelayakan merupakan analisis mengenai suatu proyek yang terdiri dari banyak tahapan dimana berbagai elemen disusun dan diperiksa untuk mencapai sebuah keputusan. Studi kelayakan untuk setiap proyek berbeda-beda tergantung konteks proyek namun pola dasar yang digunakan pada umumnya sama (Fyffe & Clifton, 1977). Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai beberapa hal yang diperlukan pada permasalahan yang ingin diselesaikan berupa investasi, *capital expenditure*, dan *operating expenditure*. Selain itu juga dijabarkan mengenai *net present value* dan *internal rate of return* yang digunakan sebagai kriteria kelayakan finansial perusahaan.

#### **2.4.1 Investasi**

Investasi merupakan merupakan penanaman modal yang diharapkan dapat menghasilkan tambahan dana pada masa yang akan datang. Dalam membuat keputusan investasi, investor dihadapkan pada kemungkinan untuk melakukan investasi langsung ke perusahaan atau bisa juga melakukan investasi tidak langsung melewati intermediasi, yaitu pasar modal dan pasar keuangan (Chandra, 2016).

Menurut Frank Reily (2003), investasi merupakan suatu komitmen satu dollar dalam satu periode tertentu, akan mampu memenuhi kebutuhan investor di masa yang akan datang dengan waktu dana tersebut akan digunakan, tingkat inflasi yang terjadi, dan ketidakpastian ekonomi yang terjadi.

Investasi dapat disimpulkan merupakan sebuah biaya yang harus dikeluarkan pada masa kini dengan harapan di masa yang akan datang dapat menghasilkan imbal balik yang lebih besar dari biaya yang telah dikeluarkan.

#### **2.4.2 *Capital Expenditure dan Operating Expenditure***

*Capital expenditure* dan *operating expenditure* merupakan pengeluaran aset tetap yang ada dalam perusahaan. *Capital expenditure* adalah biaya-biaya yang dikeluarkan dalam rangka memperoleh aset tetap, meningkatkan efisiensi operasional dan kapasitas produktif aset tetap, serta memperpanjang masa manfaat aset tetap. Biaya- biaya ini biasanya dikeluarkan dalam jumlah yang cukup besar, namun tidak sering terjadi. Sedangkan yang dimaksudkan dengan *operating expenditure* adalah biaya-biaya yang hanya akan memberi manfaat dalam periode berjalan, sehingga biaya-biaya yang dikeluarkan ini tidak akan dikapitalisasi sebagai aset tetap di neraca, melainkan akan langsung dibebankan sebagai beban dilaporan laba rugi periode berjalan (Balak, et al., 2016).

#### **2.4.3 *Free Cash Flow***

*Free cash flow* merupakan aliran kas yang dihasilkan dari aktivitas operational dari proyek dikurangi dengan kas yang dikonsumsi karena investasi dalam modal tetap dan modal kerja (Crundwell, 2008). *Free cash flow* dari perusahaan merepresentasikan jumlah uang kas yang tersedia untuk para investor, baik yang menyediakan hutang (kreditur) maupun modal (pemilik) setelah

perusahaan melunasi semua kebutuhan operasionalnya dan membayarkan semua *net investments* untuk aset-aset tetap dan aset-aset berjalan (Gitman, 2004).

Perhitungan *free cash flow* dapat dilakukan dengan pendekatan aset dan pendekatan pendanaan. Perhitungan *free cash flow* dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Gunarta, 2013).

$$\begin{aligned} \text{Free cash flow} = & \text{Earning after tax} + \text{depreciation} + (\text{interest} \times (1 - \\ & \text{tax})) - \text{working capital investment} + \\ & \text{fixed asset and other asset investment} \end{aligned} \quad (2.1)$$

#### 2.4.4 Net Present Value (NPV)

*Net Present Value* (NPV) merupakan metode yang digunakan dengan cara membandingkan nilai sekarang dari aliran kas masuk bersih dengan nilai sekarang dari biaya pengeluaran suatu investasi (Suliyanto, 2010).

Menurut Crundwell (2008), *net present value* merupakan estimasi dari nilai tambah untuk perusahaan jika proyek diterima dan diimplementasikan. NPV merupakan nilai absolut yang bergantung pada ukuran dari kontribusi proyek untuk kekayaan dari perusahaan. Jika terdapat pilihan antara beberapa proyek, kumpulan dari proyek yang memaksimalkan total NPV akan memaksimalkan total nilai dari perusahaan.

Perusahaan yang memutuskan untuk membuat suatu investasi akan mengeluarkan uang yang diperoleh dari investor. Investor akan meminta *return* dari uang yang diberikan untuk perusahaan sebagai investasi sehingga perusahaan hanya menjalankan investasi yang bisa menghasilkan aliran kas lebih besar (dalam *present value*) dari jumlah investasi yang dikeluarkan di awal. NPV merupakan metode yang dipakai untuk menilai usulan investasi dengan mempertimbangkan nilai waktu dari uang. Perhitungan yang digunakan dalam NPV memiliki rumus sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (2.2)$$



Dimana  $CF_t$  merupakan *cash flow* pada tahun  $t$ ,  $n$  merupakan umur investasi, dan  $k$  merupakan *discount rate*.

#### 2.4.5 *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR merupakan tingkat bunga yang menyebabkan penerimaan setara dengan arus kas untuk menyetarakan penyaluran dengan arus kas. *Internal rate of return* (IRR) sering juga disebut *rate of return* (ROR) dan *discounted cash flow rate of return* (DCFROR) merupakan nilai dari *discount rate* saat dimana *net present value* bernilai nol (Crundwell, 2008). Nilai *discount rate* yang menjadikan nilai NPV sama dengan nol, menggambarkan besar IRR dari suatu investasi. Nilai waktu dari uang juga diperhitungkan dalam metode ini. IRR dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (2.3)$$

Dimana  $CF_t$  merupakan *cash flow* pada tahun  $t$ ,  $n$  merupakan umur investasi, dan IRR merupakan *internal rate of return*.

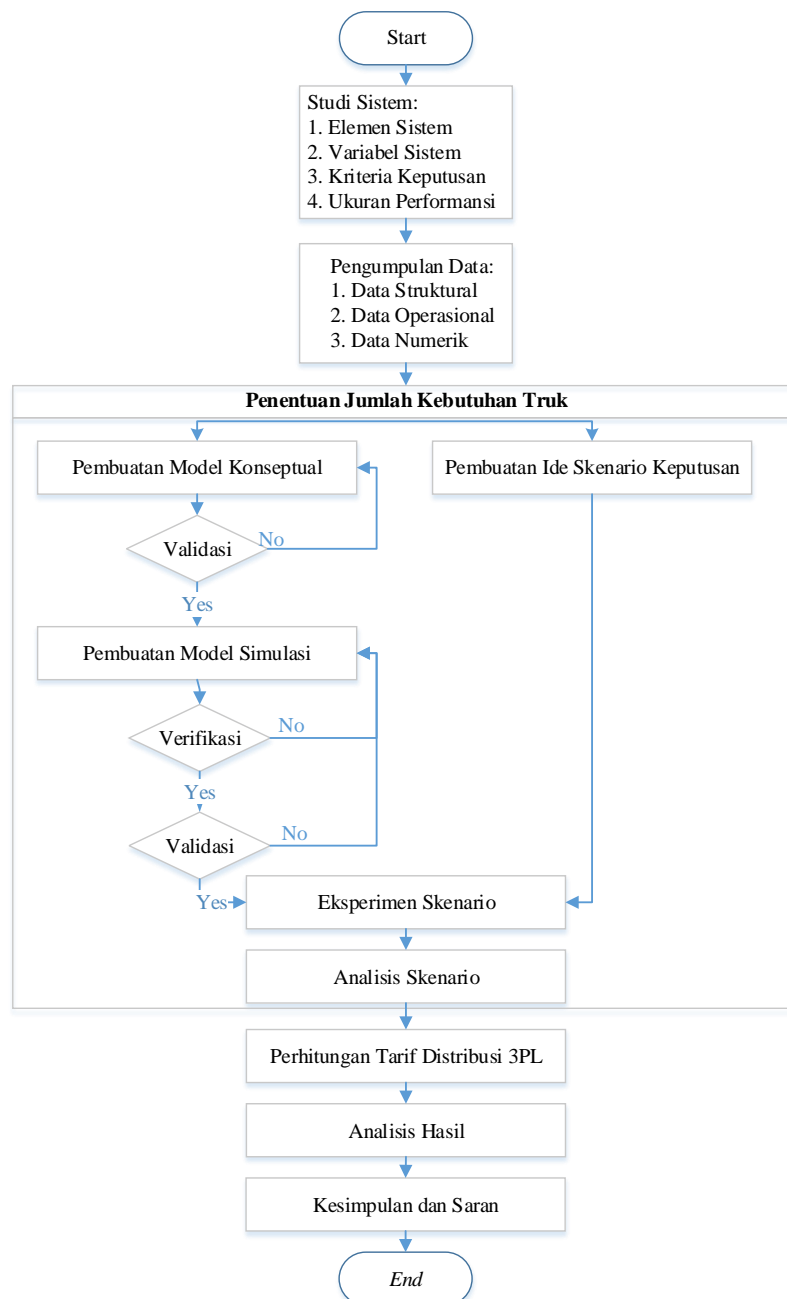
IRR merupakan ukuran relatif yang tidak bergantung pada ukuran dari proyek atau investasi. IRR biasanya diekspresikan sebagai *annual percentage* yang hamper sama dengan *interest rate*. Perusahaan dapat membandingkan IRR untuk proyek dengan *interest rate* yang digunakan dan dengan *rate of return* dari proyek lain. Suatu investasi dapat diterima apabila memiliki nilai IRR lebih besar atau sama dengan *interest rate* hasil yang dibutuhkan. Jika usulan investasi tersebut lebih dari satu dan bersifat *mutually exclusive*, yang diterima adalah yang menghasilkan IRR paling besar.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan untuk melakukan penelitian. Gambar 3.1 merupakan *flowchart* metodologi penelitian yang digunakan oleh penulis.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

### 3.1 Studi Sistem

Pada tahap ini sistem distribusi semen pada PT Indocement diidentifikasi terhadap elemen-elemen yang terdapat dalam sistem. Elemen-elemen yang diidentifikasi antara lain adalah elemen sistem, variabel sistem, dan ukuran performansi.

#### 3.1.1 Elemen Sistem

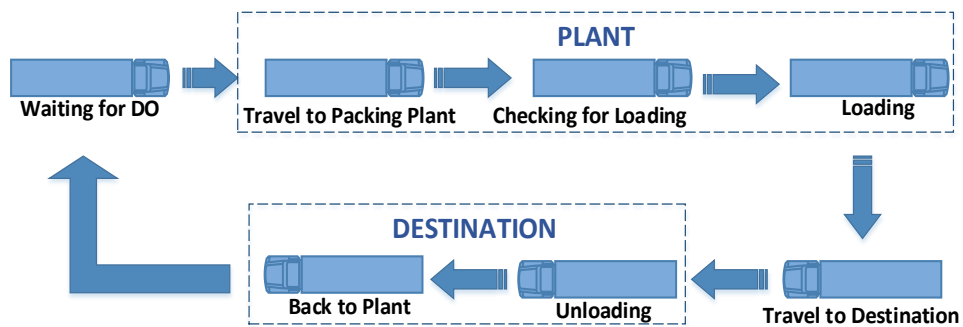
Pada dasarnya sistem terdiri dari empat elemen yaitu entitas, aktivitas, *resource*, dan kontrol. Pada bagian ini akan dijabarkan mengenai elemen-elemen sistem yang terdapat pada sistem distribusi semen PT Indocement Tunggal Prakarsa.

1. Entitas

Entitas yang digunakan pada sistem ini adalah *delivery order* yang berupa pesanan dari setiap distributor. *Delivery order* digunakan sebagai entitas agar dapat terlihat dengan jelas permintaan pada setiap distributor yang dilakukan.

2. Aktivitas

Aktivitas merupakan serangkaian proses atau aktivitas yang berada pada sistem yang dapat dikategorikan sebagai *productive* dan *non-productive*. Aktivitas yang dikatakan *productive* merupakan aktivitas ketika truk dalam keadaan *busy* yang pada aktivitasnya memberikan nilai tambah. Sedangkan aktivitas dikatakan *non-productive* ketika truk dalam keadaan *idle* atau sedang menunggu sebelum digunakan. Pada Gambar 3.2 merupakan aktivitas yang dilakukan dalam sistem distribusi semen pada PT Indocement.



Gambar 3. 2 Aktivitas yang Dilakukan Pada Sistem Distribusi Semen

### 3. *Resource*

*Resource* yang digunakan pada sistem ini adalah truk pengangkut semen kantong dan semen curah dengan kapasitas tertentu.

### 4. Kontrol

Peraturan pengiriman yang digunakan sebagai kontrol pada sistem distribusi semen ini yaitu truk langsung kembali ke *plant* ketika telah mendistribusikan semen ke tempat tujuan.

#### 3.1.2 Variabel Sistem

Variabel sistem terdiri dari beberapa jenis, yaitu variabel keputusan, variabel respon, dan variabel status. Variabel keputusan merupakan sebuah variabel yang apabila diubah dapat mempengaruhi capaian tujuan. Variabel keputusan pada sistem yang diamati yaitu jumlah truk yang digunakan dalam distribusi. Variabel respon merupakan variabel yang nilainya bervariasi dan dapat mengukur kinerja sistem sebagai akibat penentuan variabel keputusan tertentu. Pada sistem ini dengan mengubah variabel keputusan akan memberikan variabel respon berupa utilitas truk, tingkat persediaan, dan frekuensi pengiriman. Sedangkan variabel status merupakan status sistem pada titik tertentu dalam suatu waktu yang pada sistem ini merupakan status dari truk ketika keadaan truk *busy* atau *idle*. Pada Tabel 3.1 menunjukkan ringkasan dari variabel sistem pada permasalahan yang diamati.

Tabel 3. 1 Variabel Sistem Distribusi Semen

Variabel Keputusan	Variabel Respon	Variabel Status
Jumlah Truk	Tingkat Persediaan Utilitas Truk Frekuensi Pengiriman	Kondisi Truk ( <i>Busy/Idle</i> )

### 3.1.3 Kriteria Keputusan

Kriteria keputusan merupakan alat yang digunakan untuk mengukur pencapaian objektif yang telah ditetapkan sebelumnya. Kriteria keputusan pada permasalahan yang diambil yaitu memperoleh jumlah truk minimal yang dapat digunakan dalam distribusi.

### 3.1.4 Ukuran Performansi

Ukuran performansi merupakan satu set ukuran kuantitatif yang digunakan perusahaan atau industri untuk mengukur performansinya dalam mencapai solusi permasalahan. Ukuran performansi pada sistem yang diamati yaitu jumlah truk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan distribusi semen dalam pemenuhan permintaan dari segi *service level*.

*Service level* merupakan kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pada tiap distribur pada kondisi normal. *Service level* dapat dihitung dengan melihat jumlah permintaan yang tidak terpenuhi dan total permintaan per tahun. Perhitungan dilakukan dengan melihat nilai sisa dari satu dikurangi dengan pembagian jumlah permintaan yang tidak terpenuhi dengan jumlah total permintaan per tahun.

$$Service\ Level = 1 - \frac{Jumlah\ Stock\ Out}{Jumlah\ Total\ Permintaan} \quad (3.1)$$

## 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam penelitian setelah mengetahui permasalahan yang terjadi. Tahap ini merupakan tahapan pengamatan dan pencarian data-data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data terbagi menjadi tiga jenis, yaitu data struktural, data operasional, dan data numerik. Data yang diperoleh masing-masing memiliki tiga sumber, yaitu berasal

dari data umum, data manufaktur, dan data distributor. Pada Tabel 3.2 merupakan rincian data yang diperoleh.

Tabel 3. 2 Data Sistem Distribusi Semen

Data Struktural		
<b>Umum:</b> Jenis semen Mekanisme Distribusi	<b>Manufaktur :</b> Lokasi Pabrik	<b>Distributor :</b> Jumlah Distributor Lokasi Distributor
Data Operasional		
<b>Umum :</b> <i>Cycle Time</i> Truk	<b>Manufaktur:</b> Jadwal Pengiriman	<b>Distributor :</b> <i>Time Windows</i>
Data Numerik		
<b>Umum :</b> Kapasitas Truk Kecepatan Truk Jarak Pengiriman	<b>Manufaktur:</b> Kecepatan <i>Loading</i> <i>Demand Rate</i>	<b>Distributor :</b> Kecepatan <i>Unloading</i>

### 3.3 Penentuan Jumlah Kebutuhan Truk

Pada bagian ini akan dijabarkan mengenai langkah-langkah dalam penentuan jumlah kebutuhan truk yang akan diolah dalam *software* ARENA. Selanjutnya *output* hasil *running* model simulasi akan digunakan dalam perhitungan tarif distribusi semen.

#### 3.3.1 Pembuatan Model Konseptual

Pembuatan model konseptual dilakukan sebelum membuat model simulasi untuk dapat menunjukkan kondisi sistem nyata sehingga dapat dilihat permasalahan yang ada. Selain itu model konseptual digunakan untuk melakukan validasi, model simulasi akan disesuaikan ketepatannya berdasarkan model konseptual. Bentuk dari model konseptual beragam, seperti *flowchart*, *flow logic diagram*, *activity cycle diagram*, dan lainnya. Pada penelitian ini model konseptual sistem distribusi semen PT Indocement Tungal Prakarsa dirancang dalam bentuk *influence diagram*. Pembuatan model konseptual dilakukan dengan melakukan pendeskripsian sistem.

Suatu deskripsi sistem atau model terdiri dari proses transformasi atau aktivitas sistem, batasan sistem, komponen dan subsistem, hubungan yang bersifat

dinamis, dan hubungan yang stabil (struktur), *uncontrollable inputs*, *control inputs* (variabel keputusan) dan *decision rule*, dan *output* sistem. Berdasarkan permasalahan dan data yang diperoleh, dapat dilakukan pendeskripsian sistem yang relevan. Pendeskripsian sistem yang relevan pada distribusi semen pada PT Indocement dapat dilihat dari studi sistem pada permasalahan yang diangkat.

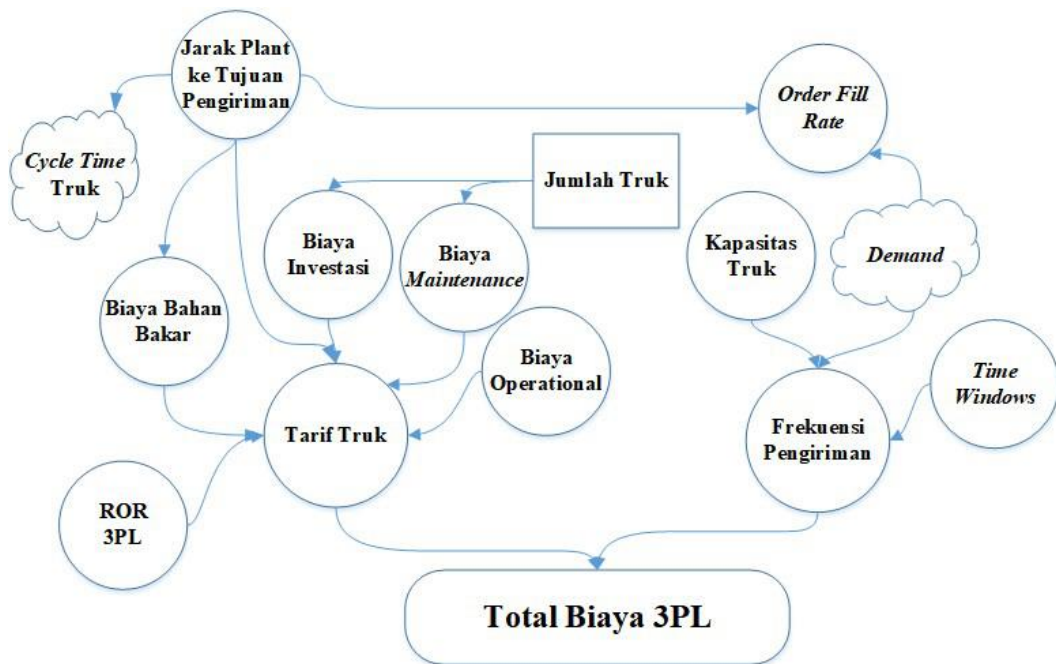
Deskripsi sistem dapat dibuat dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu pendekatan struktur dan pendekatan proses. Pada sistem distribusi yang diamati, dilakukan deskripsi sistem dengan pendekatan proses. Pendekatan proses tidak mengasumsikan bahwa pendekatan struktur sistem harus dapat dibuat atau ada dan proses yang diamati serta hubungan antar komponen dalam sistem digunakan untuk mendapatkan struktur yang baik. Permulaan dari pendekatan ini yaitu menentukan sudut pandang sistem dan kemudian menentukan proses transformasi utama. Dilakukan dengan menggambarkan batas sistem, *input*, *output*, komponen sistem yang terlibat dalam proses transformasi. Terdapat aturan dalam melakukan identifikasi sistem yang akan dijabarkan pada Tabel 3.2 .

Tabel 3. 3 Aturan Identifikasi Sistem

Pertanyaan	Apakah aspek dipengaruhi oleh variabel sistem atau <i>input</i> ?		
	Jawaban	YA	TIDAK
Apakah aspek mempengaruhi sistem?	YA	Komponen atau hubungan	<i>Input</i>
	TIDAK	<i>Output</i>	Tidak berhubungan

Aturan yang ada akan berpengaruh dalam melakukan identifikasi terhadap sistem yang diamati. Identifikasi terhadap sistem akan berguna di dalam pendeskripsian sistem yang relevan yang dapat digambarkan dengan menggunakan model sistem diagramatik. Model diagramatik yang digunakan pada penelitian ini yaitu *influence diagram* yang akan digambarkan pada Gambar 3.3 .





Gambar 3. 3 Influence Diagram Distribusi Semen

### 3.3.2 Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi pada penelitian ini dirancang menggunakan *software* ARENA. Model simulasi dirancang mengacu pada model konseptual yang sebelumnya telah dirancang dengan meniru kondisi nyata sistem. Data yang diperoleh dapat dimasukkan pada *software* sehingga simulasi yang dibuat dapat mencerminkan kondisi yang sesuai dengan kondisi nyata sistem. Dalam pembuatan model simulasi dalam penelitian, diharapkan untuk mendapat jumlah truk yang sesuai yang akan digunakan dalam proses distribusi semen pada PT Indocement.

### 3.3.3 Validasi dan Verifikasi

Representasi kredibel dalam sistem nyata oleh model simulasi ditunjukkan oleh verifikasi dan validasi untuk mengetahui apakah sudah merepresentasikan sistem nyata yang ada. Validasi merupakan proses pengujian yang melihat apakah model simulasi merupakan representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan. Proses ini dilakukan dengan perbandingan antara *output* eksisting hasil pengamatan dengan *output* sistem eksisting hasil simulasi. Jika alur yang dibuat sudah sesuai atau tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan sistem nyata maka model bisa dikatakan *valid*. Verifikasi atau validasi internal merupakan

proses pengujian untuk membandingkan model konseptual dengan model simulasi yang ada. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap logika model simulasi apakah sudah sesuai dengan logika pada model konseptual. Terdapat dua langkah yang dilakukan untuk melakukan verifikasi, yaitu memastikan tidak ada *error* pada model simulasi sehingga model dapat dijalankan dan memastikan logika pada simulasi sesuai dengan model konseptual, wajar, masuk akal, dan logis.

### **3.3.4 Pembuatan Ide Skenario Keputusan**

Pada bagian ini dilakukan pembuatan ide skenario-skenario yang akan dibandingkan dengan skenario eksisting. Pembuatan ide skenario dilakukan agar dapat dilihat *output* atau respon yang dihasilkan sehingga dapat dilihat skenario terbaik. Ide skenario yang dibuat berupa penambahan atau pengurangan jumlah truk yang akan digunakan untuk kebutuhan distribusi semen yang didasari oleh *initial value* dari jumlah truk eksisting.

### **3.3.5 Eksperimen Skenario**

Tahap yang dilakukan setelah model simulasi divalidasi dan diverifikasi, dilakukan eksperimen terhadap skenario yang telah ditentukan sebelumnya dengan menguji masing-masing skenario untuk selanjutnya melihat *output* yang dihasilkan.

### **3.3.6 Analisis Skenario**

Analisis skenario dilakukan pada hasil *running* simulasi dengan skenario-skenario yang telah ditentukan sebelumnya. Analisis dilakukan pada setiap kombinasi dari keputusan pada distribusi semen. Skenario diharapkan dapat memperoleh hasil dengan jumlah truk yang paling tepat. Faktor yang dibandingkan berupa *service level* dari pengiriman dengan melihat jumlah *stock out* yang terjadi yang dihasilkan dari setiap skenario sehingga dapat ditentukan skenario yang terbaik.

## **3.4 Perhitungan Tarif 3PL**

Pada tahap ini akan diawali dengan melakukan pengamatan terhadap biaya-biaya yang dikeluarkan perusahaan. Pengeluaran yang dikeluarkan

perusahaan berupa *capital expenditure* dan *operating expenditure*. Pada *capital expenditure* merupakan pengeluaran berupa investasi yang dibutuhkan perusahaan dalam rangka memenuhi kebutuhan perusahaan yang berupa moda yang digunakan untuk distribusi yaitu truk, infrastruktur yang berupa kantor, *workshop*, dan gudang, serta *tools* yang berupa mesin dan *equipments*. Sedangkan *operating expenditure* berupa biaya yang dikeluarkan selama periode berjalan sehingga tidak akan dikapitalisasi sebagai aset tetap pada neraca, melainkan langsung dibebankan sebagai beban selama periode berjalan. Biaya-biaya yang merupakan *operating expenditure* dapat berupa pengeluaran untuk bahan bakar, upah sopir serta kernet, biaya *overhead*, serta biaya untuk *maintenance*.

Setelah mengetahui *capital expenditure* dan *operating expenditure* perusahaan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan tarif distribusi semen dengan melihat volume permintaan yang berbeda tiap tujuan dan melihat IRR yang diperoleh.

### **3.5 Analisis Hasil**

Pada tahap ini akan dilakukan analisis mengenai perhitungan tarif distribusi yang telah dilakukan dan melihat tarif tersebut sebagai dasar dalam pemilihan *provider* 3PL agar perusahaan dapat mengetahui seberapa besar biaya yang perlu dikeluarkan dalam pendistribusian semen pada PT Indocement dari Pabrik Citeureup di Pulau Jawa.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Pada bagian ini merupakan tahap yang merangkum keseluruhan dari penelitian yang berisi kesimpulan yang memberikan jawaban dari tujuan yang ingin dicapai. Selain itu diberikan rekomendasi terhadap perusahaan mengenai tarif distribusi semen yang dihasilkan oleh penelitian ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB 4**

### **PERANCANGAN DAN ANALISIS MODEL SIMULASI**

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan data dari obyek amatan dan kemudian akan dilakukan pengolahan data yang akan menjadi *input* dalam melakukan perancangan model simulasi.

#### **4.1 Gambaran Umum PT Indocement Tunggal Prakarsa**

PT Indocement merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang semen dan menjadi salah satu produsen semen terbesar di Indonesia. Perusahaan yang berdiri pada tahun 1985 ini memiliki merek dagang yaitu Tiga Roda. Pabrik pertama PT Indocement didirikan di Citeureup, Bogor, Jawa Barat dengan kapasitas 500.000 ton dan kemudian dalam kurun waktu sepuluh tahun dibangun tujuh pabrik tambahan sehingga kapasitas produksi meningkat menjadi sebesar 7,7 juta ton per tahun. Pada mulanya perusahaan ini merupakan enam perusahaan berbeda yang kemudian dilebur dalam satu manajemen yang terpadu menjadi PT Indocement Tunggal Prakarsa. Saat ini, perusahaan mengoperasikan 13 pabrik dengan total kapasitas produksi tahunan sebesar 24,9 juta ton semen. Sepuluh pabrik berlokasi di Kompleks Pabrik Citeureup, Bogor, Jawa Barat; dua pabrik di Kompleks Pabrik Palimanan, Cirebon, Jawa Barat; dan satu pabrik di Kompleks Pabrik Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan.

##### **4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan**

Visi PT Indocement yaitu “Menjadi produsen semen terkemuka di Indonesia dan pemimpin di pasar beton siap pakai (RMC) di Pulau Jawa yang terdepan dalam mutu, serta mampu memenuhi kebutuhan agregat dan pasir untuk bisnis RMC secara mandiri”.

Visi yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan menjalankan misi perusahaan yang berupa “Kami berkecimpung dalam bisnis penyediaan semen dan bahan bangunan berkualitas dengan harga kompetitif dan tetap memerhatikan pembangunan berkelanjutan”.

Selain itu perusahaan memiliki sebuah motto yang berupa “Turut membangun kehidupan bermutu”.

#### **4.1.2 Jenis Produk**

Sesuai dengan visi dan misinya, perusahaan memfokuskan usahanya pada tiga segmen utama, yaitu semen, beton siap-pakai (RMC) dan agregat. Segmen utama pasar semen di Indonesia adalah konsumen perorangan atau perumahan. RMC diproduksi bagi konsumen skala besar, sedangkan agregat diproduksi terutama untuk menyokong produksi RMC, baik untuk agregat yang bertipe kasar maupun yang halus.

Produksi semen yang dilakukan PT Indocement menghasilkan serangkaian produk yang meliputi Portland Composite Cement (PCC), Ordinary Portland Cement (OPC Tipe I, Tipe II, dan Tipe V), Oil Well Cement (OWC), Semen Putih, and TR-30 Acian Putih yang didistribusikan dalam bentuk kantong dan curah.

1. Portland Composite Cement (PCC)

Jenis semen memiliki kekuatan yang sama dengan jenis Portland Cement Tipe I. PCC digunakan untuk konstruksi umum seperti rumah, bangunan tinggi, jembatan, jalan beton, beton *pre-cast* dan beton *pre-stress*.

2. Ordinary Portland Cement (OPC)

Jenis semen ini dikenal dengan sebutan lain yaitu semen abu-abu. Pada dasarnya jenis semen ini memiliki lima tipe standar, PT Indocement memproduksi OPC tipe I, OPC tipe II, dan OPC tipe V. OPC tipe I merupakan semen dengan kualitas tinggi yang sesuai untuk berbagai penggunaan, seperti konstruksi rumah, gedung tinggi, jembatan, dan jalan. Sedangkan OPC tipe II dan OPC tipe V memberikan perlindungan tambahan terhadap kandungan sulfat di air dan tanah.

3. Oil Well Cement (OWC)

OWC digunakan khusus untuk pengeboran minyak dan gas baik di darat maupun lepas pantai. OWC dicampur menjadi suatu adukan semen yang kemudian disuntikkan di antara pipa bor dan cetakan sumur bor dimana semen dapat mengeras dan kemudian mengikat pipa pada cetakannya.

#### 4. Semen Putih

Semen putih digunakan untuk dekorasi eksterior dan interior gedung. Sebagai satu-satunya produsen semen putih di Indonesia, saat ini PT Indocement dapat mencukupi kebutuhan semen putih untuk pasar domestik.

#### 5. TR-30 Acian Putih

Jenis ini sangat sesuai untuk pekerjaan acian dan nat. Komposisi Acian Putih TR30 antara lain Semen Putih "Tiga Roda", kapur (Kalsium Karbonat) dan bahan aditif khusus lainnya. Keuntungan menggunakan Acian Putih TR30 adalah menghasilkan permukaan acian yang lebih halus, mengurangi retak dan terkelupasnya permukaan karena mempunyai sifat plastis dengan daya rekat tinggi, cepat dan mudah dalam pengerjaan, hemat dalam pemakaian bahan serta dapat dipergunakan pada permukaan beton dengan menambahkan *bonding agent*.

#### 6. Beton Siap-Pakai

Beton siap-pakai (*Ready-Mix Concrete /RMC*) diproduksi dengan mencampur OPC dengan bahan campuran yang tepat (pasir dan batu) serta air dan kemudian dikirimkan ke tempat pelanggan menggunakan truk semen untuk dicurahkan. Sebagai nilai tambah produk, RMC mendatangkan keuntungan yang lebih tinggi dari produk semen lainnya. RMC PT Indocement sebagian besar dijual di Jakarta dimana industri pembangunannya sangat baik.

#### 7. Agregat

Agregat digunakan dalam proses produksi RMC. Pengembangan baru tambang agregat (batu andesit atau batu pecah-belah) di Rumpin dan Purwakarta, Jawa Barat dengan total cadangan 80 juta ton andesit, melalui anak perusahaan PT Indocement akan memperkuat posisinya sebagai pemasok bahan bangunan.

### 4.2 Pengumpulan Data

Pada bagian ini akan dijabarkan mengenai data beserta penjelasan terkait data yang dibutuhkan.

#### 4.2.1 Alur Distribusi

Setiap perusahaan memiliki alur distribusi yang berbeda bergantung pada kebijakan yang ditetapkan. Mekanisme distribusi merupakan penjelasan mengenai tahapan yang dilakukan selama proses distribusi. Pada sistem distribusi yang diamati, truk berada pada *truck pool* yang letaknya tidak jauh dari pabrik sebelum mendapat penugasan untuk pengiriman. Penugasan akan dilakukan ketika terdapat DO (*Delivery Order*) yang diterima pada sistem. Truk kemudian akan menuju pabrik untuk melakukan pengisian semen yang memiliki durasi berbeda untuk jenis semen yang berbeda. Truk yang sudah melakukan *loading* semen akan langsung melakukan pengiriman menuju tujuan. Pengiriman dilakukan setiap hari dan pengiriman untuk tiap tujuan atau distributor memiliki waktu perjalanan berbeda yang dipengaruhi oleh jarak tiap tujuan. Truk yang telah sampai pada tujuan dapat langsung melakukan proses *unloading* apabila waktu sampai masih dalam *time windows* distributor, yaitu pukul 08.00 hingga 17.00, apabila melebihi truk harus menunggu sampai pukul 08.00 pada hari selanjutnya untuk melakukan proses *unloading*. Truk langsung kembali ke pabrik setelah selesai melakukan pengiriman.

Pada permasalahan yang diamati, pengumpulan data mengenai aktivitas truk penting untuk diketahui karena bertujuan untuk mengetahui proses-proses apa saja yang dilalui truk dalam melakukan pengiriman. Model konseptual untuk distribusi semen dapat dirancang dengan melakukan analisis data aktivitas truk. Aktivitas truk dapat dilihat dari awal ketika truk menerima penugasan untuk pengiriman pesanan hingga kembali ke pabrik setelah mengantarkan pesanan dan disertai dengan durasi pada masing-masing proses.

#### 4.2.2 Data Struktural

Data struktural merupakan data yang menunjukkan struktur dari objek sistem. Data struktural terbagi menjadi data struktural secara umum, manufaktur, dan distributor. Data struktural umum untuk jenis semen yang digunakan yaitu semen kantong dan semen curah. Data struktural manufaktur berupa lokasi pabrik, yaitu Pabrik Citeurep PT Indocement. Data struktural distributor yang dibutuhkan yaitu jumlah dan lokasi tiap distributor, distributor yang diamati untuk semen



kantong sebanyak 45 distributor dan semen curah sebanyak 39 distributor. Pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dapat dilihat lokasi distributor untuk tiap jenis semen.

Tabel 4. 1 Lokasi Distributor Semen Kantong

Distributor Semen Kantong								
1	Banten	Cilegon Kota	16	Jawa Barat	Cirebon	31	Jawa Tengah	Pemalang
2		Lebak	17		Depok Kota	32		Purwokerto
3		Serang	18		Garut	33		Rembang
4	Dki Jakarta	Jakarta Barat	19		Indramayu	34	Jawa Tengah	Semarang Kota
5		Jakarta Pusat	20		Karawang	35		Solo
6		Jakarta Selatan	21		Purwakarta	36		Weleri
7		Jakarta Timur	22		Subang	37	Jawa Timur	Banyuwangi
8	Jakarta Utara	23	Sukabumi Kota		38	Kediri		
9	Jawa Barat	Bogor	24		Tangerang Kabupaten	39		Lamongan
10		Bandung	25		Tangerang Kota	40		Madiun
11		Bandung Kota	26		Tasikmalaya	41		Malang
12		Bekasi	27		Tegal	42		Pasuruan
13		Bekasi Kota	28		Bantul	43		Sidoarjo
14		Bogor Kota	29	Demak	44	Surabaya		
15		Cianjur	30	Pati	45	Tuban		

Tabel 4. 2 Lokasi Distributor Semen Curah

Distributor Semen Curah								
1	Banten	Cilegon Kota	14	Jawa Barat	Bekasi Kota	27	Jawa Barat	Tangerang Kota
2		Lebak	15		Bogor Kota	28		Tasikmalaya
3		Pandeglang	16		Cianjur	29		Tasikmalaya Kota
4		Serang	17		Cimahi Kota	30	Boyolali	
5	Dki Jakarta	Jakarta Barat	18		Cirebon	31	Jawa Tengah	Kudus
6		Jakarta Pusat	19		Garut	32		Magelang
7		Jakarta Selatan	20		Karawang	33		Purwodadi
8		Jakarta Timur	21		Majalengka	34		Purwokerto
9		Jakarta Utara	22		Purwakarta	35		Semarang Kota

Tabel 4.2 Lokasi Distributor Semen Curah (Lanjutan)

Distributor Semen Curah								
10	Jawa Barat	Bogor	23	Jawa Barat	Subang	36	Jawa Tengah	Sukoharjo
11		Bandung	24		Sukabumi	37	Jawa Timur	Gresik
12		Bandung Kota	25		Sumedang	38		Mojokerto
13		Bekasi	26		Tangerang Kabupaten	39		Sidoarjo

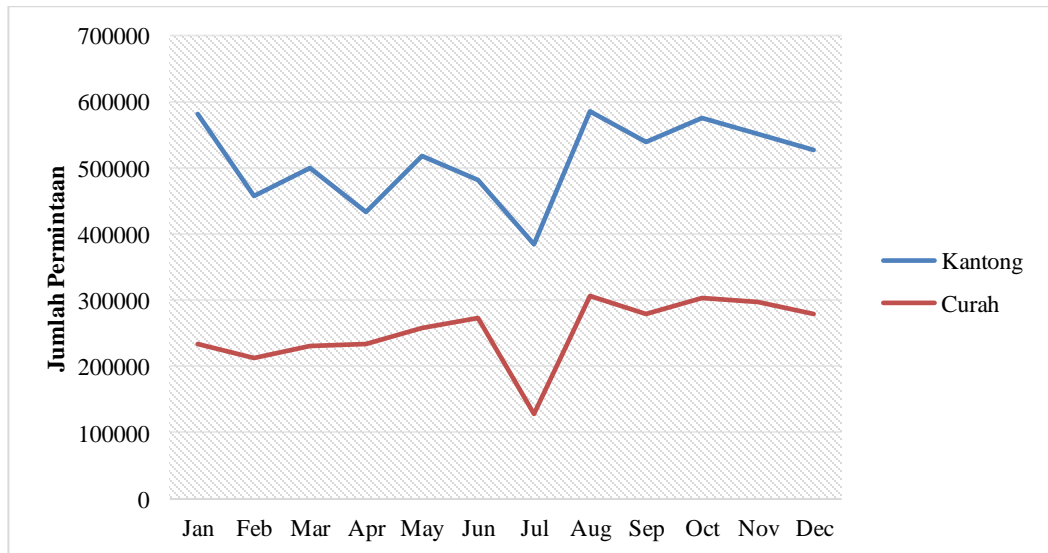
#### 4.2.3 Data Operasional

Data operasional merupakan data yang menunjukkan bagaimana sistem dalam beroperasi. Data operasional terbagi menjadi data operasional secara umum, manufaktur, dan distributor. Data operasional umum terkait dengan *cycle time* truk yang diperoleh dengan melihat waktu *loading*, waktu perjalanan menuju tujuan, dan waktu *unloading*. Waktu *loading* dan *unloading* berdistribusi *triangular* dan lama perjalanan berdistribusi normal. *Cycle time* untuk setiap pengiriman memiliki waktu yang berbeda bergantung pada lokasi distributor tujuan. Data operasional pada manufaktur berupa jadwal pengiriman yang pada permasalahan ini pengiriman dilakukan pada hari Senin hingga Jumat. Data operasional distributor berupa *time windows* pada tiap distributor, yaitu pada pukul 08.00 hingga 17.00 setiap harinya.

#### 4.2.4 Data Numerik

Data numerik menunjukkan data kuantitatif yang terdapat pada sistem. Data numerik terbagi menjadi data numerik secara umum, manufaktur, dan distributor. Data numerik umum terkait dengan kapasitas truk yang digunakan, yaitu untuk masing-masing truk untuk semen kantong dan semen curah memiliki kapasitas sebesar 32 ton, dengan kecepatan truk yang berubah-ubah sesuai dengan kondisi truk saat berisi muatan atau kosong, dan jarak dari pabrik untuk masing-masing distributor berbeda bergantung pada lokasi distributor yang tersebar di Pulau Jawa. Data numerik distributor terkait kecepatan *unloading* yang berdistribusi  $TRIA(22.5, 25, 27.5)$ . Data numerik manufaktur terkait kecepatan *loading* dengan waktu  $TRIA(20, 22.5, 25)$  untuk semen kantong dan  $TRIA(17.5, 20, 22.5)$  untuk semen curah dan *demand rate* yang berubah-ubah dan

memiliki pola fluktuasi tersendiri pada tiap bulan dalam satu tahun. Pada Gambar 4.1 memperlihatkan grafik dari pola permintaan semen kantong dan semen curah.



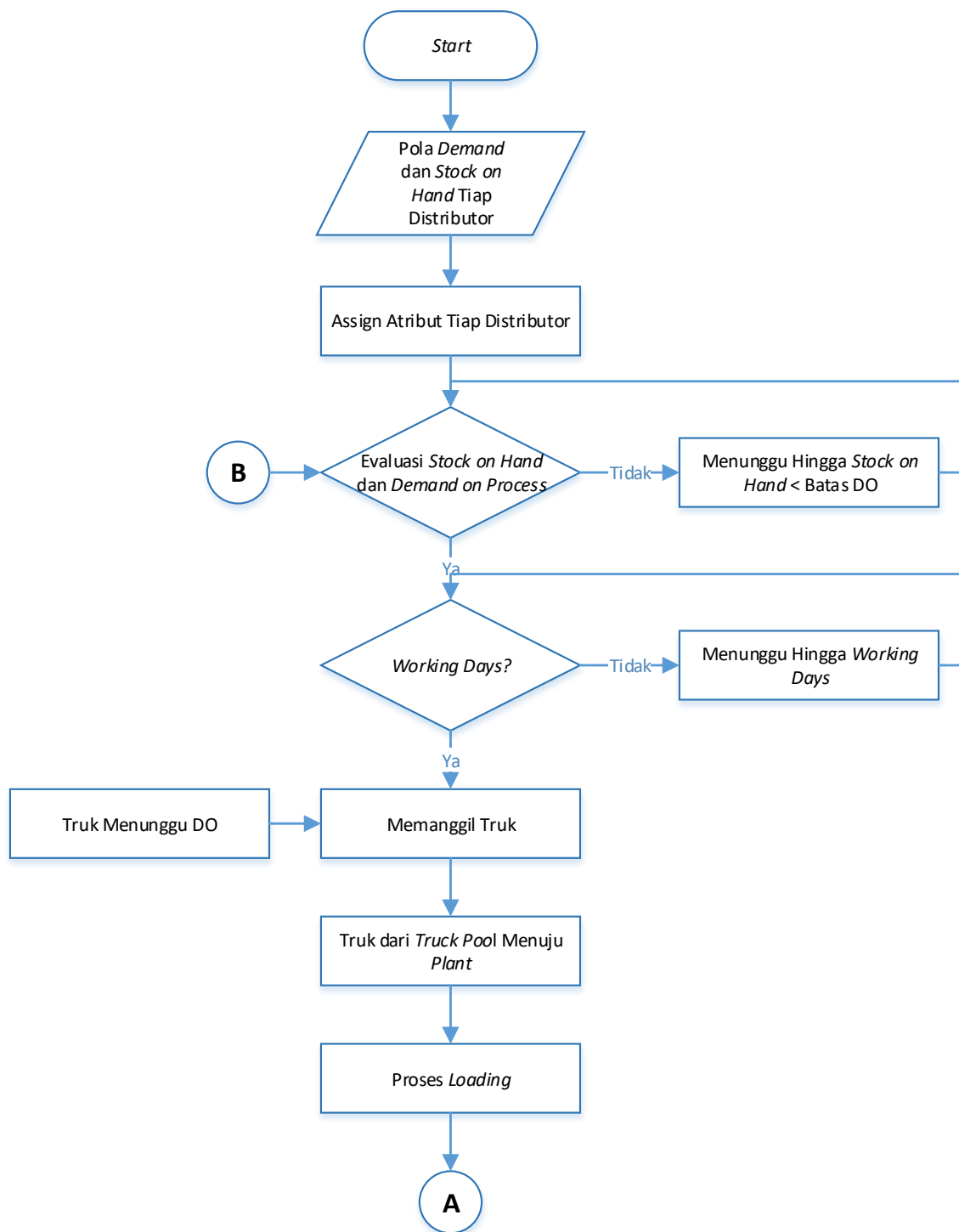
Gambar 4. 1 Grafik Pola Permintaan Semen PT Indocement

### 4.3 Model Konseptual

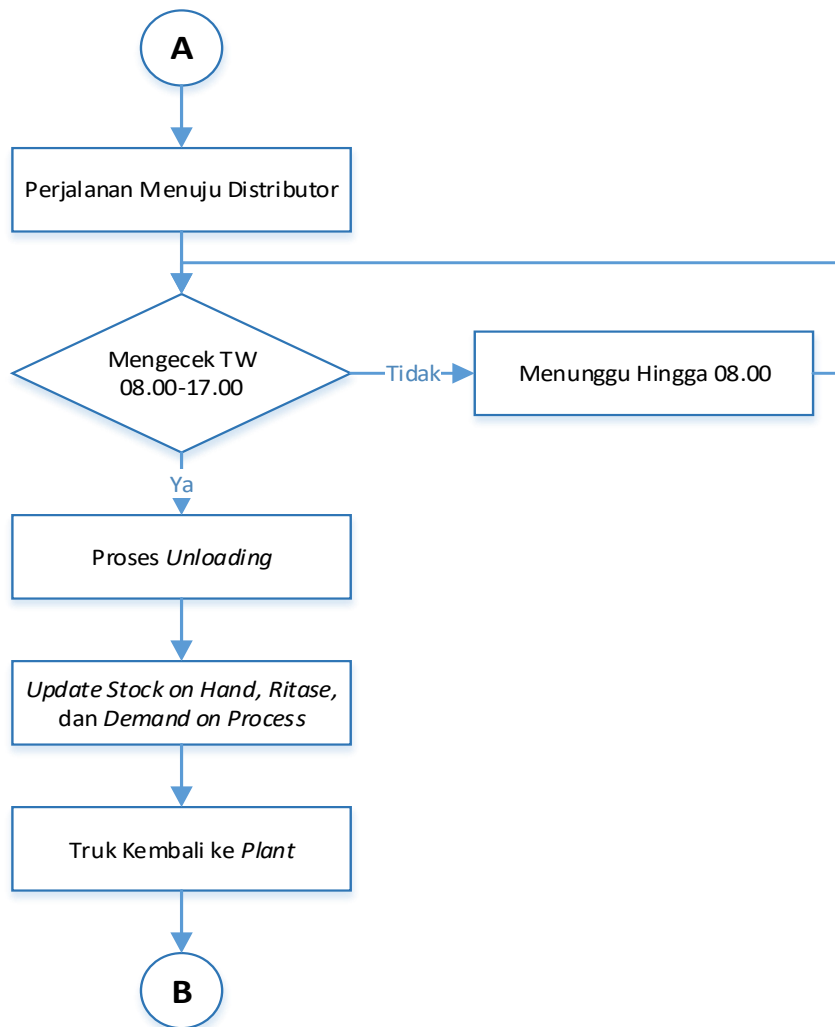
Pada subbab ini kan dijelaskan mengenai model konseptual yang memperlihatkan logika dalam pembuatan model simulasi. Model konseptual ini dibagi menjadi model konseptual utama untuk sistem distribusi semen dan model konseptual untuk *updater*.

#### 4.3.1 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai model konseptual dari sistem distribusi semen PT Indocement dari Pabrik Citeureup ke area pemasaran Pulau Jawa. Pada Gambar 4.2 ditunjukkan model konseptual dalam bentuk *flow chart*.



Gambar 4. 2 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen



Gambar 4.2 Model Konseptual Sistem Distribusi Semen (Lanjutan)

1. Pola *demand* dan *stock on hand* tiap distributor  
Tahap ini merupakan *input* awal dari sistem distribusi yang berupa persediaan pada tiap distributor dan pola *demand* yang digunakan sebagai acuan *demand rate* untuk tiap distributor dengan pola yang berbeda setiap bulannya.
2. *Assign* atribut tiap distributor  
Proses *assign* atribut tiap distributor dilakukan pada tiap distributor ketika terdapat DO pada masing-masing distributor. *Assign* atribut digunakan sebagai pemberi identitas untuk DO yang masuk.

3. Evaluasi *stock on hand* dan *demand on process*

Tahap ini merupakan tahap evaluasi terhadap persediaan dan permintaan yang sedang dalam pengiriman pada tiap distributor. Apabila jumlah persediaan dan permintaan yang sedang dalam pengiriman pada masing-masing distributor masih mencukupi pada tingkat tertentu, tidak akan dilakukan pengiriman kembali. Pengiriman harus dilakukan ketika tingkat persediaan tertentu pada tiap distributor yaitu *reorder point* (ROP) sehingga entitas berupa DO akan dilepas untuk diproses. Perhitungan ROP dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$ROP = (RTD \times D) + (Z \times \sigma \times \sqrt{RTD}) \quad (4.1)$$

Keterangan:

RTD : *Round Trip Days*

D : Rata rata permintaan

Z : Nilai distribusi normal

$\sigma$  : Standar deviasi permintaan

4. *Working days*

Proses pengiriman dilakukan ketika hari kerja. Pada tahap ini akan dilakukan pengecekan terhadap *working days* yang berarti truk akan menunggu hingga awal waktu kerja yaitu pada hari Senin apabila waktu sekarang tidak menunjukkan hari kerja.

5. Memanggil truk

Tahap ini merupakan tahap penugasan untuk truk ketika terdapat DO.

6. Truk dari *truck pool* menuju *plant*

Truk yang digunakan untuk pengiriman menunggu sebelum terdapat DO dan diberikan penugasan di *truck pool* yang lokasinya tidak jauh dari *plant*. Apabila terdapat DO, truk dari *truck pool* akan menuju *plant* untuk dilakukan *loading* semen.

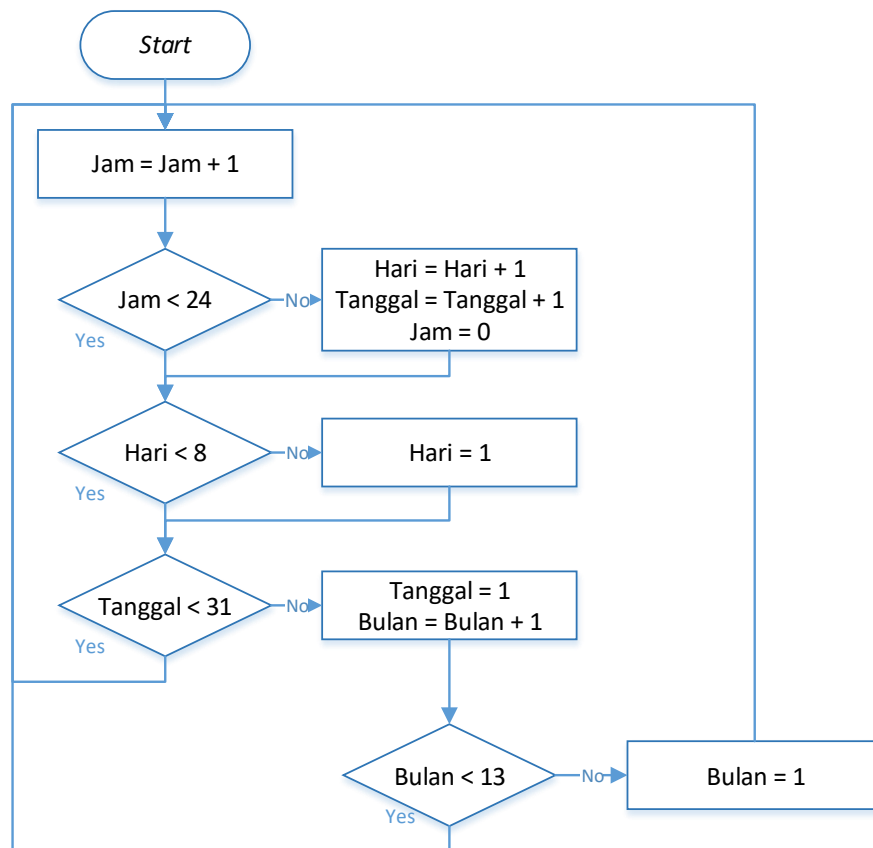
7. *Proses Loading*  
Proses *loading* merupakan proses pengisian semen ke truk. Proses ini dilakukan di *plant*.
8. *Perjalanan menuju distributor*  
Perjalanan menuju distributor berbeda-beda untuk tiap distributor bergantung pada jarak dari Pabrik Citeureup menuju lokasi distributor.
9. *Mengecek TW*  
Tahap ini merupakan tahap setelah truk sampai pada lokasi distributor. *Time windows* distributor perlu dicek untuk mengetahui proses *unloading* dapat dilangsungkan atau perlu menunggu hingga mencapai waktu buka distributor sesuai dengan *time windows* pada hari selanjutnya.
10. *Proses unloading*  
Proses ini merupakan bongkar muatan semen pada lokasi tujuan pengiriman. Proses *unloading* dilakukan pada masing-masing distributor.
11. *Update stock on hand, ritase, dan demand on process*  
*Stock on hand*, ritase, dan *demand on process* akan ter-*update* setelah proses *unloading* selesai dilakukan.
12. *Truk kembali ke plant*  
Truk akan kembali ke *plant* ketika pengiriman untuk masing-masing distributor telah selesai dilakukan.

#### **4.3.2 Model Konseptual Updater**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai model konseptual dari *updater* pada sistem distribusi semen PT Indocement dari Pabrik Citeureup ke area pemasaran Pulau Jawa.

1. *Updater Waktu Operasional*  
*Updater* waktu operasional akan melakukan *update* waktu pada simulasi terus-menerus sehingga kondisi simulasi menyerupai system nyata. Jam akan terus bertambah hingga menghasilkan nilai 23 dan akan kembali bernilai 0 dengan begitu akan menambah hari dan tanggal. Hari akan

kembali menjadi 1 setelah mencapai nilai 7. Tanggal akan kembali menjadi 1 setelah mencapai nilai 30 dan variabel bulan akan bertambah ketika tanggal kembali menjadi 1 dan akan kembali menjadi bulan 1 setelah mencapai nilai 12.

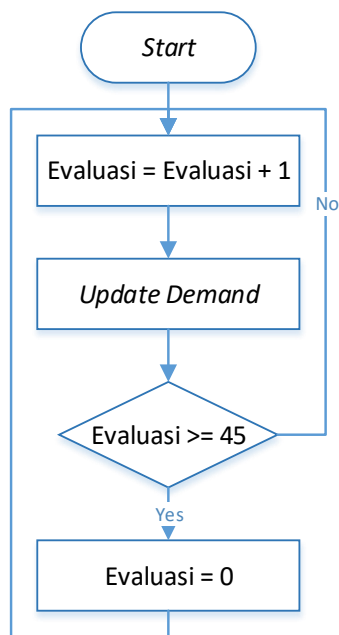


Gambar 4. 3 Model Konseptual *Updater* Jam, Hari, dan Bulan

## 2. *Updater* Pola Permintaan

*Updater* pola permintaan akan melakukan update untuk *demand rate* sesuai dengan bulan dan distributor. Evaluasi yang menunjukkan distributor akan terus ter-*update* hingga bernilai sejumlah distributor. *Demand* tiap distributor akan ter-*update* tiap harinya dengan pola *demand* yang berbeda untuk tiap bulannya.

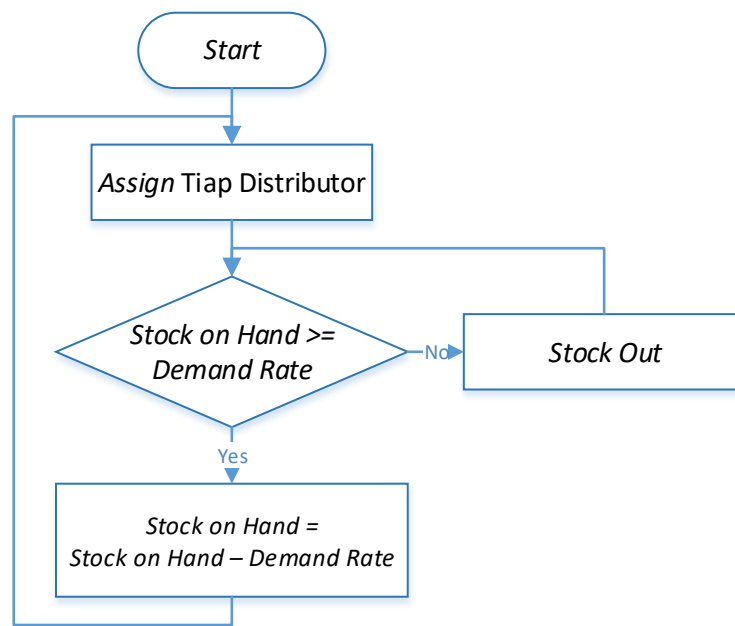




Gambar 4. 4 Model Konseptual Pola Permintaan

### 3. *Updater* Persediaan

*Updater* persediaan digunakan untuk *update* jumlah persediaan pada tiap distributor. Persediaan pada tiap distributor akan bertambah ketika proses *unloading* selesai dilakukan dan berkurang karena *demand rate*. *Updater* ini akan memperlihatkan tingkat persediaan dan memperlihatkan pula ketika terjadi *stock out* pada tiap distributor.

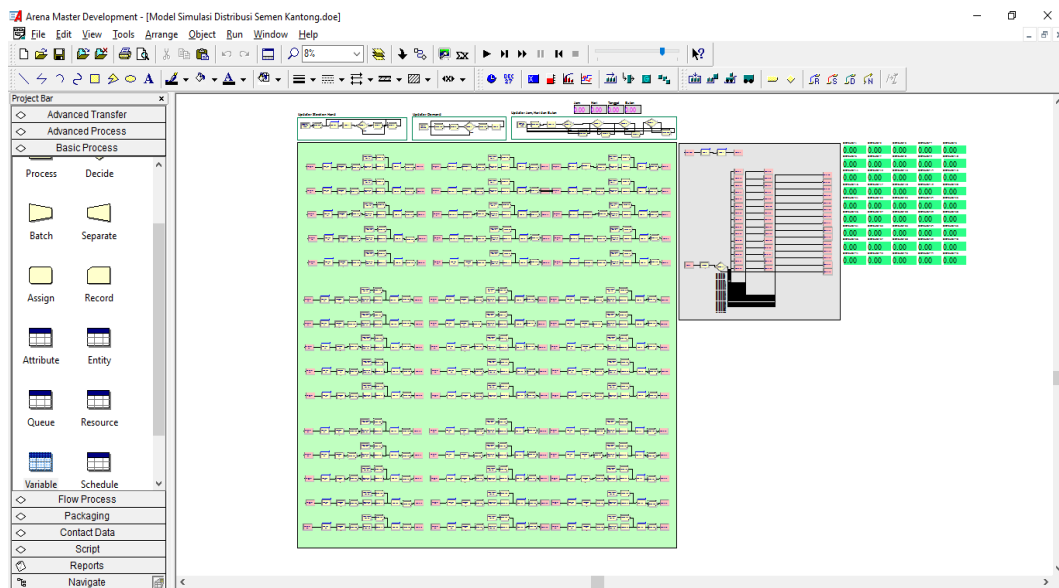


Gambar 4. 5 Model Konseptual *Updater* Persediaan

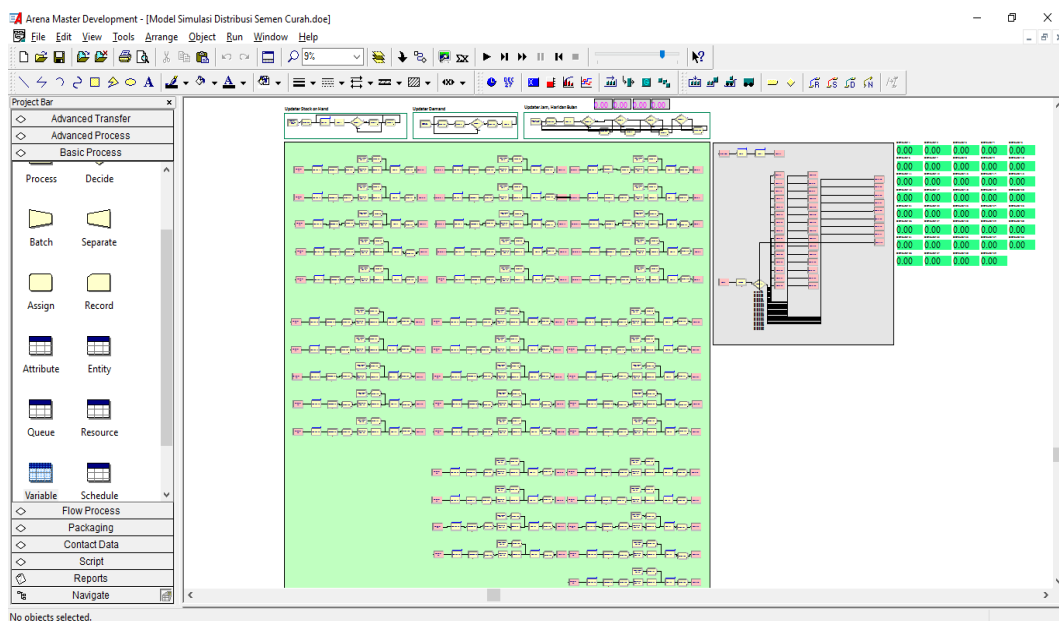
#### 4.4 Model Simulasi

Pada bagian ini akan ditunjukkan model simulasi sistem distribusi semen PT Indocement dari Pabrik Citeureup ke area pemasaran Pulau Jawa. Model simulasi akan dirancang dengan menggunakan *software* ARENA 14. Lama waktu simulasi yaitu 1 tahun yang setara 8662 jam. Pada simulasi 1 bulan terdiri dari 30 hari dan 1 hari terdiri dari 24 jam. *Working days* pada tiap distributor yaitu hari Senin hingga hari Jumat dengan *time windows* pukul 08.00 hingga 17.00.

Model Simulasi terbagi menjadi model untuk sistem distribusi semen kantong dan sistem distribusi semen curah. Pada masing-masing model terdapat model utama dan *updater* waktu operasional, pola permintaan, dan persediaan. Pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 merupakan model simulasi secara keseluruhan.



Gambar 4. 6 Model Simulasi Distribusi Semen Kantong Keseluruhan



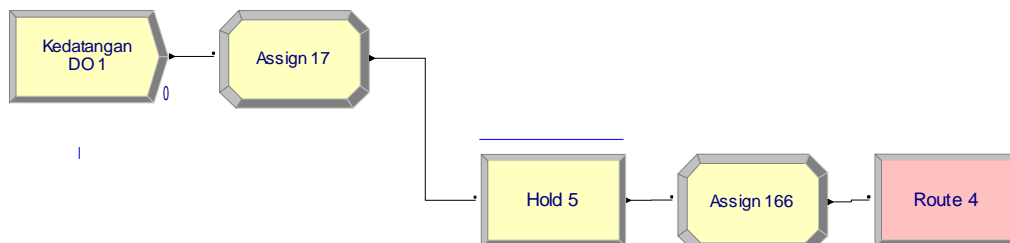
Gambar 4. 7 Model Simulasi Distribusi Semen Curah Keseluruhan

#### 4.4.1 Model Simulasi Sistem Distribusi

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai bagian-bagian dari model utama pada model simulasi sistem distribusi semen. Pada model utama terdapat tiga bagian yaitu model pada saat lokasi entitas terdapat pada *truck pool*, pabrik, dan distributor.

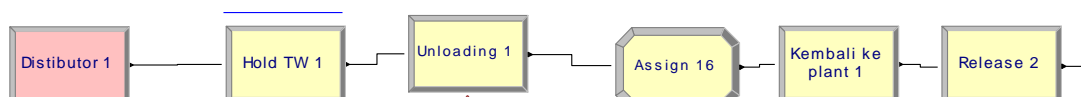
#### 4.4.1.1 Model pada Distributor

Sistem distribusi dimulai ketika pada sistem terdapat *delivery order*. Pada model *delivery order* dijadikan sebagai entitas yang jumlahnya pada masing-masing distributor disesuaikan dengan besar permintaan pada distributor tersebut. Pada tiap distributor, tiap entitas akan diberikan *assign* sebagai penanda *delivery order* berasal dari distributor tersebut. Pada model distribusi semen kantong terdapat 45 distributor dan pada model distribusi semen curah terdapat 39 distributor. *Delivery order* akan dilepas ketika tingkat persediaan pada distributor dan DO yang sedang diproses kurang dari *reorder point* (ROP). Pada setiap pengiriman menggunakan truk dengan kapasitas 32 ton.



Gambar 4. 8 Model Awal Pada Distributor

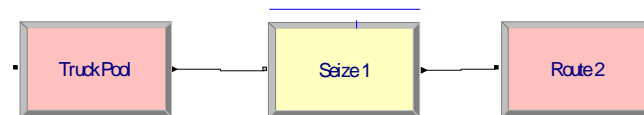
Pada Gambar 4.9 merupakan tahapan selanjutnya dari sistem distribusi setelah entitas diproses di pabrik. Setelah truk sampai pada tiap distributor, dilakukan proses *unloading*. Proses *unloading* dapat dilakukan apabila truk sampai pada lokasi tidak melebihi *time windows* distributor, apabila melebihi truk harus menunggu hari berikutnya. Setelah *unloading* selesai dilakukan persediaan dan jumlah perjalanan pada distributor akan ter-*update*. Truk akan kembali ke pabrik. Pada model ini, entitas yang telah selesai diproses akan kembali menunggu *trigger* untuk kembali diproses.



Gambar 4. 9 Model Akhir pada Distributor

#### 4.4.1.2 Model pada Truck Pool

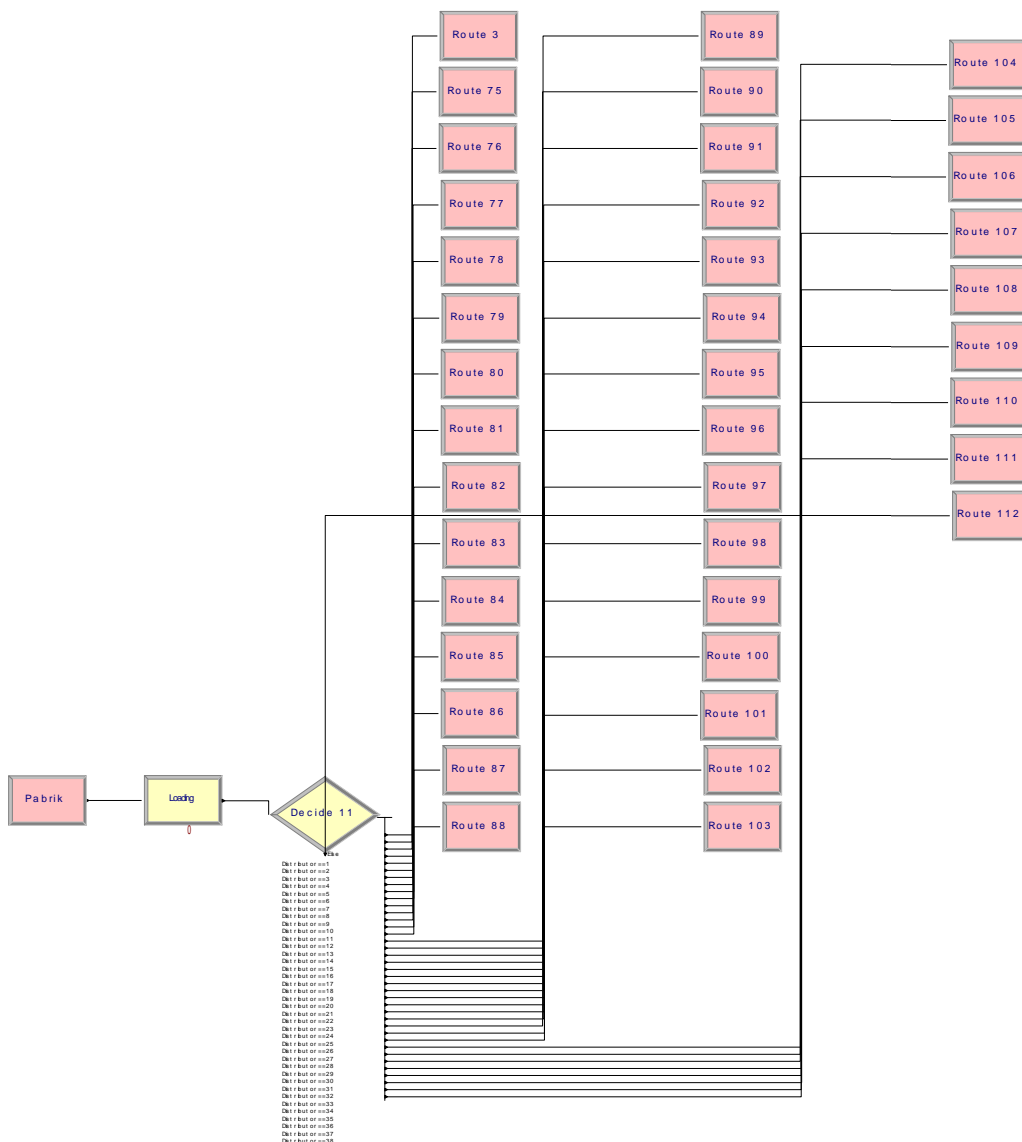
*Delivery order* yang diterima sistem kemudian dikirimkan menuju *truck pool* agar truk dapat diberikan penugasan untuk pengiriman yang dilakukan setiap hari. Setelah memberikan penugasan pada truk, truk akan menuju pabrik untuk memulai proses distribusi. Pada Gambar 4.10 merupakan model pada *truck pool*.



Gambar 4. 10 Model pada *Truck Pool*

#### 4.4.1.3 Model pada Pabrik

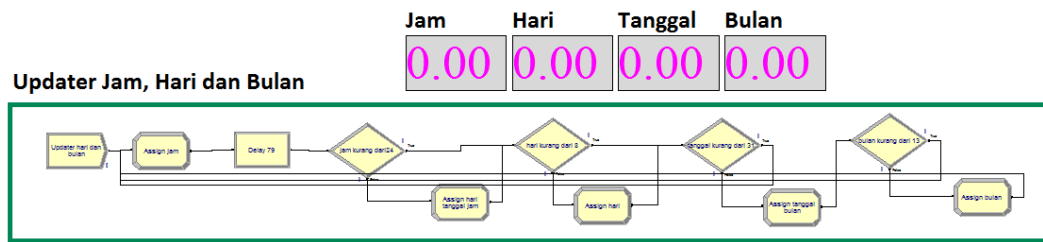
Sistem distribusi dilanjutkan dengan proses pengisian semen pada pabrik. Proses *loading* atau pengisian truk untuk truk kantong dan truk curah memiliki waktu yang berbeda-beda pada tiap pengisiannya. Setelah muatan terisi penuh, proses selanjutnya yaitu mengirimkan semen menuju masing-masing distributor dengan membaca atribut pada tiap DO yang diproses. Pengiriman untuk tiap distributor memiliki lama perjalanan yang berbeda bergantung pada jarak pengiriman dari Pabrik Citeureup menuju lokasi distributor.



Gambar 4. 11 Model pada Pabrik

#### 4.4.2 Submodel *Updater Waktu Operasional*

Submodel ini digunakan untuk mengatur waktu pada model simulasi. Submodel ini digunakan dalam rangka menyesuaikan waktu pada kondisi nyata karena waktu pada *software* akan terus mengalami penambahan dan tidak hanya 24 jam. Sehingga submodel ini dapat digunakan untuk membatasi waktu operasional pada model simulasi.

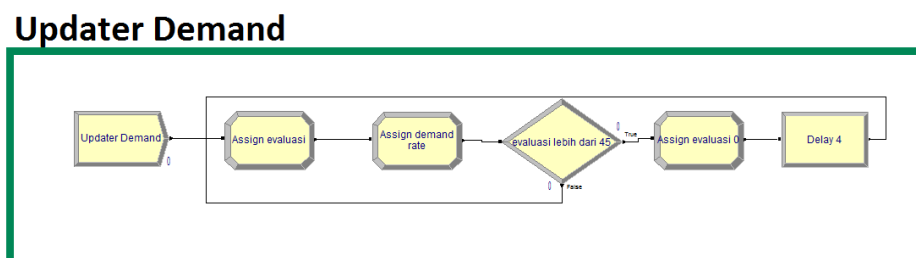


Gambar 4. 12 Submodel *Updater Waktu Operasional*

Pada *updater* waktu operasional entitas yang akan melewati modul-modul merupakan informasi yang akan digunakan untuk melakukan *update* waktu pada model simulasi. Jumlah entitas yang akan keluar dari modul *create* hanya berjumlah satu dan akan terus mengalami *looping* pada *updater* hingga *running* selesai dilakukan. Modul *delay* diawal digunakan untuk membatasi *update* dari waktu ke waktu sehingga *update* hanya terjadi setiap jam. *Updater* waktu operasional akan melakukan *update* untuk jam, hari, tanggal, dan bulan. Jam akan di-*update* mulai pukul 00.00 hingga 24.00 dan setelah mencapai pukul 24.00 jam akan kembali menjadi 00.00 juga akan menyebabkan penambahan nilai pada hari sehingga hari akan ter-*update* dari hari Senin hingga Minggu dan kembali menjadi hari Senin ketika telah mencapai Minggu. Pada model simulasi 1 bulan terdiri dari 30 hari, sehingga tanggal akan terus ter-*update* hingga tanggal 30 dan ketika mencapai 30 akan kembali menjadi tanggal 1 juga menyebabkan bulan bertambah. Bulan akan bertambah hingga 12 dan akan kembali menjadi 1 ketika 12 telah tercapai.

#### 4.4.3 Submodel *Updater Pola Permintaan*

Submodel ini digunakan untuk mengatur permintaan harian tiap distributor. Pada data yang diperoleh, jumlah permintaan tiap bulan pada satu tahun memiliki pola yang berubah-ubah. Sehingga submodel pola permintaan dapat menggambarkan permintaan harian pada tiap bulan dalam satu tahun.



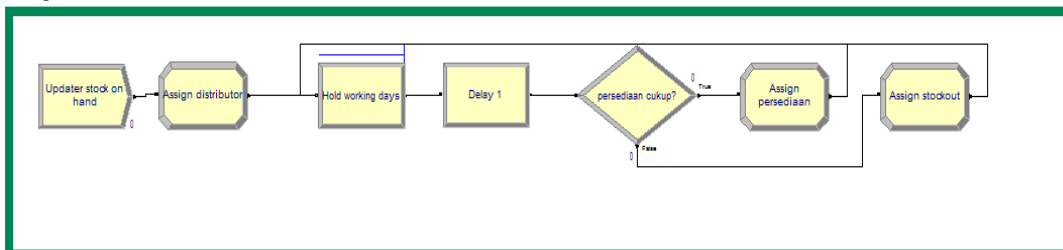
Gambar 4. 13 Submodel *Updater Pola Permintaan*

Pada *updater* pola permintaan entitas yang masuk merupakan aliran informasi yang akan melewati modul-modul pada *updater* dan hanya berjumlah satu entitas yang akan mengalami *looping* pada model *updater* pola permintaan. Entitas yang masuk akan diberi *assign* evaluasi yang akan bertambah hingga sejumlah distributor agar *demand rate* pada tiap distributor dapat terbaca. *Assign* berikutnya digunakan untuk membaca pola permintaan sesuai dengan distributor dan bulan. Jumlah evaluasi akan kembali ke 0 ketika mencapai jumlah distributor. Modul *delay* diakhir digunakan untuk membatasi *update* dari waktu ke waktu sehingga *update* hanya terjadi setiap hari ketika ingin men-*generate demand rate* untuk hari selanjutnya.

#### 4.4.4 Submodel *Updater* Persediaan

Submodel ini digunakan untuk melihat tingkat persediaan dari tiap distributor. Tingkat persediaan akan ter-*update* setiap hari bergantung pada *demand rate* yang mengurangi tingkat persediaan. Apabila persediaan tidak mencukupi jumlah permintaan, jumlah permintaan yang tidak terpenuhi akan ter-*update*.

##### Updater Stock on Hand



Gambar 4. 14 Submodel *Updater* Persediaan

Pada *updater* persediaan entitas yang masuk merupakan aliran informasi yang akan melewati modul-modul pada *updater* dan hanya datang satu kali sebanyak jumlah distributor yang akan mengalami *looping* pada model *updater* persediaan. *Assign* diawal digunakan untuk memberikan atribut tiap distributor sehingga dapat dilihat tingkat persediaan dari tiap distributor. Pemesanan hanya terjadi ketika hari kerja sehingga diawal diberikan modul *hold* untuk menahan informasi ketika di luar hari kerja. Pada *updater* ini modul *delay* berada diawal



untuk membatasi *update* yang terus-menerus sehingga *update* hanya dilakukan setiap hari dan menahan hingga proses pengiriman akan sampai pada hari tertentu untuk melihat jumlah persediaan pada tiap distributor. Apabila tingkat persediaan tidak mencukupi permintaan, entitas akan melewati *assign* yang akan menambah jumlah *stock out*.

#### 4.5 Penentuan Jumlah Replikasi

Penentuan jumlah replikasi dilakukan sebelum proses validasi. Proses ini bertujuan agar jumlah replikasi yang digunakan dalam simulasi telah merepresentasikan kondisi yang sebenarnya. Replikasi dilakukan agar hasil yang diperoleh memiliki ketelitian yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan sistem yang digunakan pada *software* Arena memiliki *random input* dan *random output*. Kondisi awal pada simulasi yang dilakukan menggunakan 5 replikasi. Pada Tabel 4.3 ditunjukkan hasil *running* model simulasi dengan replikasi awal yang ditetapkan.

Tabel 4. 3 Perhitungan Jumlah Replikasi

Replikasi (i)	Jumlah Semen yang Didistribusikan (ton)
1	2,983,616
2	2,943,488
3	2,951,200
4	2,964,800
5	2,949,792
<b>Rata-rata</b>	2,958,579
<b>Standar Deviasi</b>	16,007

Perhitungan rata-rata dan standar deviasi digunakan untuk melakukan perhitungan *half width* dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Perhitungan hw dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$hw = \frac{(t_{n-1, \alpha/2}) s}{\sqrt{n}} \quad (4.2)$$

Keterangan :

$n$  = Jumlah replikasi awal = 5

$t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$  =  $t_{4, 0.025} = 2.776$  (table *t distribution*)

$\alpha$  = *Level of Significance* (0.05)

$s$  = Standar deviasi = 16,007

Maka diperoleh:

$$hw = \frac{(t_{4, 0.025}) (16,007)}{\sqrt{5}}$$

$$hw = 19,872.67$$

*Half width* yang diperoleh sebesar 19,872.67 sehingga dapat diketahui prosentase *error* terhadap rata-rata dari data adalah 1%. Nilai prosentase 1% sudah kecil sehingga jumlah replikasi yang dibutuhkan sudah cukup dalam simulasi yang dilakukan. Penggunaan replikasi yang sesuai diharapkan agar data lebih merepresentasikan kondisi sebenarnya.

#### 4.6 Validasi dan Verifikasi

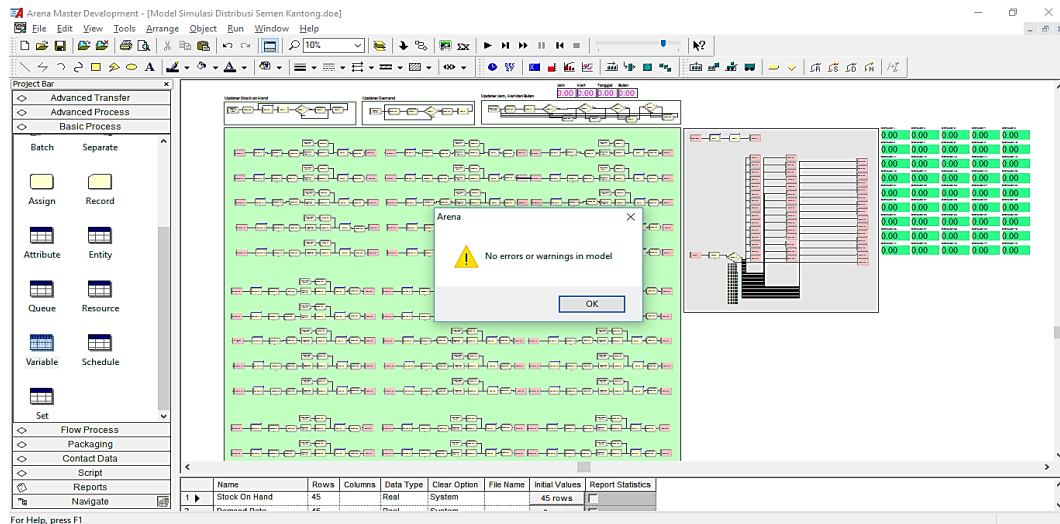
Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai tahapan verifikasi dan validasi yang dilakukan pada model simulasi yang telah dibuat.

##### 4.6.1 Verifikasi

Verifikasi atau validasi internal merupakan proses pengujian untuk membandingkan model konseptual dengan model simulasi. Pada verifikasi model dilakukan dengan 2 tahap yaitu pengecekan model simulasi apakah pada saat *running* tidak terdapat *error* pada model yang telah dibuat dan pengecekan terhadap logika pada model konseptual dan hasil simulasi. Pada tahap kedua verifikasi dilakukan pengecekan terhadap logika dari model simulasi yang dibuat dengan model konseptual. Pengecekan dilakukan pada beberapa bagian yaitu verifikasi waktu operasional dan jumlah pengiriman.

#### 4.6.1.1 Verifikasi Error pada Model

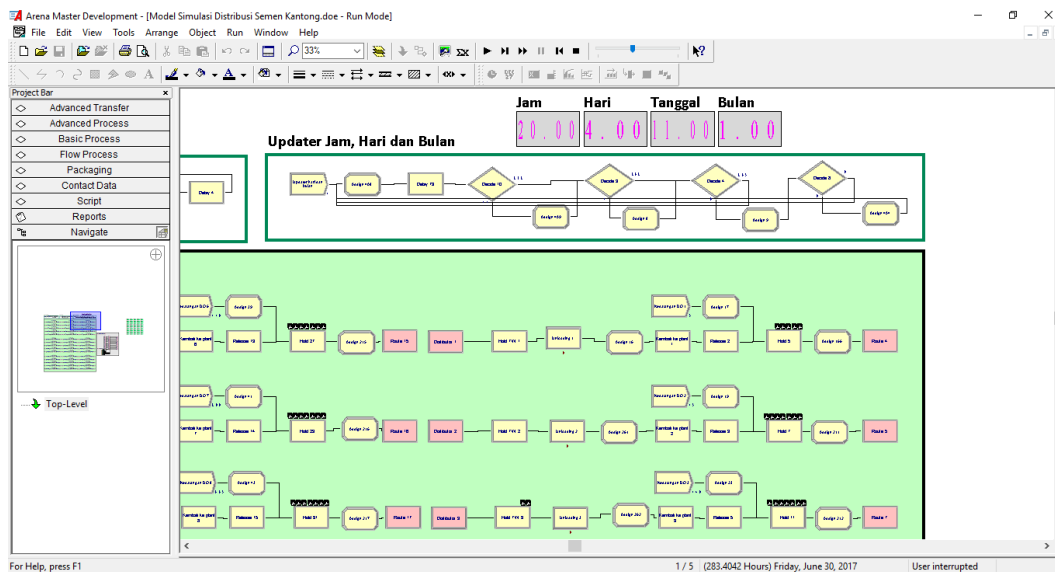
Verifikasi pengecekan *error* pada model dilakukan untuk melihat apabila terdapat modul atau perintah yang dimasukkan pada model yang belum sesuai. Pada Gambar 4.15 ditunjukkan pengecekan verifikasi tahap pertama yaitu pengecekan *error* dari model simulasi.



Gambar 4. 15 Hasil Pengecekan *Error* dari Model Simulasi

#### 4.6.1.2 Verifikasi Waktu Operasional

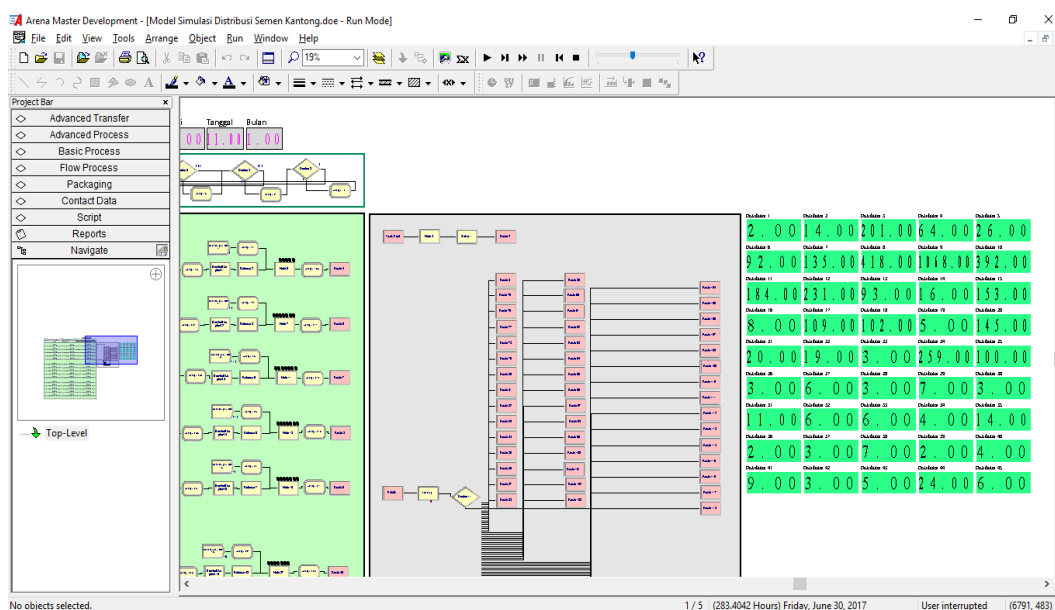
Verifikasi waktu operasional dilakukan untuk melihat apakah waktu operasional sudah sesuai dengan kondisi yang ada. Waktu operasional untuk distributor yaitu pada hari Senin hingga hari Jumat dengan *time windows* pukul 08.00 hingga 17.00 sehingga apabila truk pengiriman sampai melebihi *time windows* dan hari kerja, truk harus menunggu hingga hari berikutnya. Cara melihat apakah model sudah memenuhi jam operasional tersebut maka dapat dilihat pada waktu di luar waktu operasi. Jika terdapat truk yang menunggu pada modul *hold* maka model sudah sesuai.



Gambar 4. 16 Verifikasi Waktu Operasional pada Distributor

#### 4.6.1.3 Verifikasi Jumlah Pengiriman

Verifikasi jumlah pengiriman dilakukan untuk melihat apakah proses pengiriman benar dilakukan pada model yang dibuat. Jumlah pengiriman akan bertambah ketika truk sudah selesai melakukan pengiriman pada tiap distributor. Cara melihat apakah model sudah memenuhi aturan tersebut maka dilihat penambahan jumlah pada kolom variabel pengiriman. Apabila pada kolom diperoleh penambahan nilai, model sudah sesuai.



Gambar 4. 17 Verifikasi Jumlah Pengiriman

#### 4.6.2 Validasi

Validasi merupakan proses pengujian model simulasi terhadap kondisi pada sistem nyata. Proses validasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari simulasi yang telah dirancang dengan kondisi pada sistem nyata. Model dapat dianggap valid ketika hasil *running* dari model simulasi tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kondisi pada sistem nyata. Proses validasi yang dilakukan dihitung dengan menggunakan metode *Paired-t Interval*. Pada Tabel 4.4 ditunjukkan tabel perhitungan validasi.

Tabel 4. 4 Perhitungan Validasi

Replikasi	Jumlah Pengiriman		Perbedaan
	Model Simulasi	<i>Real World</i>	
1	93,238	92,833	405
2	91,984	92,833	-849
3	92,225	92,833	-608
4	92,650	92,833	-183
5	92,181	92,833	-652
<b>Rata-rata</b>	92,456	92,833	-377
<b>Standar Deviasi</b>	500	0	500
<b>Variansi</b>	250,232	0	250,232

Perhitungan validasi menggunakan metode *Paired-t Interval* diawali dengan melakukan perhitungan *hw* terlebih dahulu. Sebelum perhitungan dilakukan penetapan hipotesis awal sebagai berikut.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Perhitungan *hw* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$hw = \frac{[t_{n-1, \alpha/2}]s}{\sqrt{n}} \quad (4.3)$$

Keterangan

$\alpha$  = *Level of Significance* = 0.05

N = Jumlah Replikasi = 5

$t_{N-1, \alpha/2}$  =  $t_{4, 0.025}$  = 2.776

s ( $x_1 - x_2$ ) = Standar Deviasi Perbedaan = 500

Maka diperoleh,

$$hw = \frac{(2.776)(500)}{\sqrt{5}}$$

$$hw = 621.02$$

Sehingga *confidence interval* untuk data yang diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw \\-377 - (621.02) &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq -377 + 621.02 \\-216.02 &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq 243.62\end{aligned}$$

Apabila terdapat nilai nol pada *confidence interval* yang telah dihitung dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil simulasi dengan kondisi sistem nyata tidak terdapat perbedaan signifikan. Pada perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa terdapat nilai nol diantara interval sehingga model simulasi dapat dikatakan valid.

#### 4.7 Penentuan Kebutuhan Jumlah Truk

Pada bagian ini akan dilakukan penentuan kebutuhan jumlah truk yang diperoleh dari hasil model simulasi yang dirancang. Tahap ini dilakukan setelah model simulasi divalidasi dan diverifikasi, penentuan kebutuhan jumlah truk dilakukan dengan melakukan uji coba pada *resource* yang berupa truk pada *process analyzer* untuk selanjutnya melihat *output* yang dihasilkan. Jumlah truk diubah untuk melihat perbandingan utilitas truk dan *service level* pada pengiriman. *Service level* dapat dilihat dari jumlah *stock out* yang terjadi yang dihasilkan dari setiap skenario sehingga dapat ditentukan skenario yang terbaik. Pada penelitian ini

digunakan asumsi *service level* yang diinginkan memiliki nilai minimal yaitu sebesar 80%. Sedangkan batas kebermanfaatan atau utilitas yaitu sebesar 0.8 sehingga kerja truk maksimal namun tidak melebihi kemampuan. Model simulasi akan di-*running* selama satu tahun (8662 jam) dengan lima replikasi. Pada penelitian ini terdapat dua model yaitu model untuk distribusi semen kantong dan model untuk distribusi semen curah, sehingga akan dicari jumlah truk yang tepat untuk masing-masing model. Gambar 4.18 menunjukkan proses penentuan kebutuhan jumlah truk pada *process analyzer* untuk model distribusi semen.

S	Name	Program File	Repl	Truk	Stock Out(1)	Stock Out(2)	Stock Out(3)	Stock Out(4)	Stock Out(5)	Stock Out(6)	Stock Out(7)	Stock Out(8)	Stock Out(9)	Stock Out(10)	Stock Out(11)	Stock Out(12)	St Out
1	Scenario 1	4 : Model Sim	5	550.0000	1.541	28.562	2426.185	46400.553	9655.322	33765.341	68848.720	236902.859	510604.889	7321.979	1577.166	137907.457	3790
2	Scenario 2	4 : Model Sim	5	560.0000	2.767	57.487	3195.791	46484.467	10377.900	30667.502	63492.689	216724.911	461991.366	6656.047	2970.115	124831.541	3499
3	Scenario 3	4 : Model Sim	5	570.0000	3.060	52.669	2795.064	46953.218	9596.002	32415.003	69701.653	231247.536	453030.556	7588.991	4367.970	133506.266	3441
4	Scenario 4	4 : Model Sim	5	580.0000	0.000	67.459	3038.273	47308.246	9661.613	32800.391	62613.633	229558.579	474615.835	5636.886	1881.438	127216.614	3680
5	Scenario 5	4 : Model Sim	5	590.0000	0.000	95.302	2990.071	44125.180	9997.990	32005.708	66720.171	227183.455	446281.458	6967.654	2762.929	125228.710	3538
6	Scenario 6	4 : Model Sim	5	610.0000	2.983	65.479	4105.641	45085.651	10762.451	29217.716	67701.366	222603.589	496989.141	6223.872	4274.467	140339.513	3712
7	Scenario 7	4 : Model Sim	5	620.0000	0.000	57.085	3292.115	50850.932	8540.389	34368.815	69248.537	217608.624	504930.410	7202.317	3767.130	115817.277	3634
8	Scenario 8	4 : Model Sim	5	630.0000	1.370	62.331	3443.214	43836.366	9115.225	28570.284	59349.751	237130.910	461957.333	7972.326	2917.323	115811.893	3436
9	Scenario 9	4 : Model Sim	5	640.0000	0.000	51.627	2834.194	45891.094	10028.121	33945.232	61085.829	213953.352	453447.016	6507.432	2105.728	120840.355	3366
10	Scenario 10	4 : Model Sim	5	650.0000	0.000	56.668	3196.333	46872.002	9653.666	32334.200	63652.108	251010.514	486805.237	6039.991	2581.136	124970.854	3590
11	Scenario 11	4 : Model Sim	5	660.0000	2.765	55.023	3558.805	45112.714	9381.500	34209.023	67620.375	244784.959	462237.775	7530.548	3218.856	125163.000	3517
12	Scenario 12	4 : Model Sim	5	670.0000	0.000	40.730	3370.127	50226.075	10389.338	34794.424	65932.738	240454.204	459444.934	6717.676	3345.403	129892.875	3507
13	Scenario 13	4 : Model Sim	5	680.0000	1.571	96.200	3313.905	49505.810	8284.287	32116.870	68225.596	217186.927	494018.830	5607.729	2999.704	122194.135	3545
14	Scenario 1	4 : Model Sim	5	690.0000	1.475	58.689	4578.074	46959.199	9218.866	30580.013	61439.606	225640.405	488610.509	7092.784	2201.691	121330.854	3891
15	Scenario 2	4 : Model Sim	5	100.0000	434.362	8308.345	127502.005	175512.469	47614.671	127297.377	239685.406	824164.568	1655646.679	253928.963	112656.050	447352.120	1412
16	Scenario 3	4 : Model Sim	5	200.0000	23.531	932.330	46153.038	120973.378	26577.723	79905.333	167027.777	635659.746	1317388.995	106314.026	40809.451	337586.228	9002
17	Scenario 4	4 : Model Sim	5	300.0000	0.000	85.231	10589.494	75553.577	11540.469	43072.900	106073.074	523892.574	1086432.781	35960.361	9221.978	259402.818	4025
18	Scenario 5	4 : Model Sim	5	400.0000	2.883	98.846	5280.917	46827.487	10155.377	34066.119	68592.675	306227.831	703672.146	17891.906	4755.566	138754.917	3738
19	Scenario 6	4 : Model Sim	5	500.0000	4.278	29.384	2313.012	44451.489	9207.381	31780.061	65108.722	234556.682	472376.633	7087.795	2835.567	122872.828	3211
20	Scenario 7	4 : Model Sim	5	600.0000	1.873	52.865	4332.003	47426.341	9472.257	32288.769	71117.515	232896.139	479405.926	6533.395	3066.534	148238.376	3974
21	Scenario 8	4 : Model Sim	5	700.0000	1.525	42.789	3236.858	45852.189	9387.546	31007.639	63764.381	232754.707	487448.577	7041.874	4015.900	120449.035	3817
22	Scenario 9	4 : Model Sim	5	800.0000	1.468	66.422	2550.200	47682.124	9491.667	32479.286	61963.934	210862.495	475289.711	6127.045	2817.196	128961.831	3797
23	Scenario 10	4 : Model Sim	5	900.0000	0.000	96.254	2510.964	46491.742	9689.131	31844.075	65302.504	240224.287	473216.773	6887.577	2210.677	126354.707	3453
24	Scenario 11	4 : Model Sim	5	1000.0000	0.000	52.910	2575.704	49338.620	10346.351	34088.002	64824.834	238043.830	506689.086	5232.065	3034.718	121056.875	3945
25	Scenario 12	4 : Model Sim	5	1500.0000	0.000	41.139	2760.531	49579.284	10496.368	35043.089	64233.839	236447.329	508528.603	5232.065	3034.718	123095.323	4000
26	Scenario 13	4 : Model Sim	5	2000.0000	0.000	41.139	2760.531	49579.284	10496.368	35043.089	64233.839	236447.329	508528.603	5232.065	3034.718	123095.323	4000
27	Scenario 13	4 : Model Sim	5	9999.0000	0.000	41.139	2760.531	49579.284	10496.368	35043.089	64233.839	236447.329	508528.603	5232.065	3034.718	123095.323	4000

Gambar 4. 18 Penentuan Kebutuhan Jumlah Truk pada *Process Analyzer*

Penentuan kebutuhan jumlah truk yang digunakan sebagai dasar perhitungan tarif distribusi semen dapat ditentukan dengan melihat utilitas truk dan *service level* pada tiap perubahan jumlah truk yang dibutuhkan. Tabel penentuan jumlah truk akan dijabarkan pada Tabel 4.5 hingga Tabel 4.8.

Tabel 4. 5 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Kantong Pertama

Skenario	Jumlah Truk	Jumlah Stock Out (ton)	Service Level	Utilitas
1	100	5,291,976	13.7%	0.9961
2	200	3,683,444	39.9%	0.9463
3	300	2,712,391	55.8%	0.9025
4	400	1,676,976	72.7%	0.8774
5	500	1,289,737	79.0%	0.8588
6	600	1,218,996	80.1%	0.8446
7	700	1,152,660	81.2%	0.7156

Proses eksperimen skenario untuk model simulasi sistem distribusi semen kantong diawali dengan mencoba skenario dengan beberapa pilihan jumlah truk dengan perbedaan interval 100 truk pada tiap skenario. Faktor yang dilihat terlebih dulu yaitu utilitas dengan mempertimbangkan *service level* yang minimal sebesar 80%, nilai 0.8 terdapat diantara jumlah truk 600 dan 700 sehingga pengujian dilakukan kembali dengan mencari jumlah diantara 600 dan 700 untuk mencari jumlah truk yang sesuai kebutuhan.

Tabel 4. 6 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Kantong Kedua

Skenario	Jumlah Truk	Jumlah Stock Out (ton)	Service Level	Utilitas
1	610	1,217,038	80.15%	0.8314
2	620	1,216,109	80.17%	0.8234
3	630	1,215,919	80.17%	0.8054
4	640	1,193,672	80.54%	0.7875
5	650	1,188,846	80.61%	0.7695
6	660	1,180,704	80.75%	0.7515
7	670	1,172,660	80.88%	0.7335
8	680	1,164,551	81.01%	0.7275
9	690	1,156,458	81.14%	0.7185

Pada Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai diantara 600 dan 700 yang memiliki utilitas tertinggi tapi tidak melebihi 0.8 dengan *service level* yang sudah melebihi 80% ketika jumlah truk yang digunakan yaitu sebanyak 640 truk. Sehingga jumlah kebutuhan truk untuk distribusi semen kantong yang digunakan untuk dasar perhitungan tarif sebagai investasi awal yaitu sebanyak 640 truk dengan kapasitas masing-masing truk sebesar 32 ton.

Tabel 4. 7 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Curah Pertama

Skenario	Jumlah Truk	Jumlah Stock Out (ton)	Service Level	Utilitas
1	100	2,036,982	32.86%	0.9723
2	200	991,035	67.34%	0.9590
3	300	436,113	85.63%	0.8173
4	400	381,001	87.44%	0.7767



Proses eksperimen skenario untuk model simulasi sistem distribusi semen curah juga dilakukan dengan cara yang sama, diawali dengan mencoba skenario dengan beberapa pilihan jumlah truk dengan perbedaan interval 100 truk pada tiap skenario. Kemudian melihat utilitas dengan mempertimbangkan *service level* yang minimal sebesar 80%, nilai 0.8 terdapat diantara jumlah truk 300 dan 400 sehingga pengujian dilakukan kembali dengan mencari jumlah diantara nilai tersebut untuk mencari jumlah truk yang sesuai kebutuhan.

Tabel 4. 8 Penentuan Jumlah Truk untuk Semen Curah Kedua

Skenario	Jumlah Truk	Jumlah <i>Stock Out</i> (ton)	<i>Service Level</i>	Utilitas
1	310	430,332	85.82%	0.8027
2	320	414,333	86.34%	0.7953
3	330	412,667	86.40%	0.7891
4	340	411,001	86.45%	0.7870
5	350	404,668	86.66%	0.7849
6	360	398,335	86.87%	0.7829
7	370	392,002	87.08%	0.7808
8	380	385,668	87.29%	0.7787

Pada Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa nilai diantara 300 dan 400 yang memiliki utilitas tertinggi tapi tidak melebihi 0.8 dengan *service level* yang sudah melebihi 80% ketika jumlah truk yang digunakan yaitu sebanyak 320 truk. Sehingga jumlah kebutuhan truk untuk distribusi semen curah yang digunakan untuk dasar perhitungan tarif sebagai investasi awal yaitu sebanyak 320 truk dengan kapasitas masing-masing truk sebesar 32 ton.

Kebutuhan jumlah truk juga dapat berubah bergantung pada jumlah hari dalam satu bulan yang digunakan dalam simulasi. Pada Tabel 4.9 ditunjukkan perubahan kebutuhan jumlah truk apabila mengganti jumlah hari dalam satu bulan dengan besar *service level* yang sama dengan kondisi awal yang digunakan dan jumlah permintaan yang sama tiap bulannya walaupun jumlah hari yang ditetapkan berbeda.

Tabel 4. 9 Perbandingan Jumlah Hari

Jumlah Hari	Jumlah Truk	
	Kantong	Curah
28	560	280
29	590	300
30	640	320
31	650	325

Pada Tabel 4.9 dapat dilihat kenaikan jumlah hari akan mempengaruhi jumlah truk yang dibutuhkan, namun pada tiap kenaikan penambahan kebutuhan jumlah truk tidak sama. Hal ini dapat terjadi karena *round trip days* tiap distributor berbeda-beda sehingga mempengaruhi jumlah truk yang dibutuhkan. Distributor yang memiliki waktu perjalanan singkat dapat menggunakan truk yang lebih sedikit untuk memenuhi permintaannya.

## BAB 5

### PERHITUNGAN DAN ANALISIS TARIF TRUK 3PL

Pada bab ini akan dilakukan dan dijelaskan mengenai analisis dari hasil pengolahan data yang berupa perhitungan tarif distribusi truk yang dilakukan dan akan diuraikan secara detail dan sistematis.

#### 5.1 Elemen Biaya

Pengumpulan data mengenai elemen biaya digunakan untuk melakukan perhitungan tarif truk *third party logistics* untuk distribusi semen dari Pabrik Citeureup PT Indocement ke area pemasaran Pulau Jawa. Pada Tabel 5.1 merupakan tabel yang menjabarkan nilai-nilai yang digunakan pada perhitungan.

Tabel 5. 1 Data Komponen Biaya

No	Deskripsi	Keterangan
1	Kenaikan Biaya BBM	4% per tahun
2	Kenaikan Upah Sopir	10% per tahun
3	Kenaikan Biaya Pemeliharaan	8% per tahun
4	Umur Ekonomis Kendaraan	8 tahun
5	Nilai Jual Sisa Kendaraan	50% Dari nilai perolehan awal
6	Upah Sopir (Sudah termasuk makan)	200,000 Rp/Orang/hari
7	Pajak Penghasilan	25% per tahun
8	Harga bahan bakar (Solar/Dexlite)	7,300 Rp/liter
9	Pemakaian bahan bakar	2 km/liter

Tabel 5.1 menunjukkan data yang didapatkan dari perusahaan untuk melakukan perhitungan. Data digunakan untuk melakukan proyeksi selama lima tahun kedepan.

##### 5.1.1 Biaya Tetap

Biaya tetap merupakan biaya yang jumlah totalnya akan sama dan tidak berubah walaupun jumlah barang yang diproduksi dan dijual berubah dalam kapasitas normal. Biaya tetap yang terkait sistem distribusi yang diamati yaitu terdiri dari biaya untuk investasi kendaraan yang berupa truk, selain itu investasi

tanah dan bangunan serta biaya investasi perlengkapan dan peralatan kerja. Jumlah kendaraan berupa truk yang akan diinvestasi diperoleh dari hasil simulasi. Pada Tabel 5.2 merupakan jumlah truk yang akan diinvestasi.

Tabel 5. 2 Jumlah Truk Hasil Simulasi

Jenis Semen	Kapasitas Truk (Ton)	Jumlah	Harga	Total Harga
Kantong	32	600	Rp 609,783,000	Rp 390,261,120,000
Curah	32	300	Rp 650,000,000	Rp 208,000,000,000

Setelah mengetahui jumlah truk yang dibutuhkan untuk distribusi semen, dapat dilakukan rekap perhitungan untuk biaya tetap.

Tabel 5. 3 Biaya Tetap Sistem Distribusi

Biaya Tetap	
Kendaraan Operasional	Rp 598,261,120,000
Tanah dan Bangunan	Rp 38,685,500,000
Perlengkapan dan Peralatan Kantor	Rp 1,771,060,000
Peralatan Kerja	Rp 362,226,060
<b>Total Biaya Tetap</b>	<b>Rp 639,079,906,060</b>

Pada aktiva tetap akan terdapat penyusutan yang merupakan konsekuensi dari penggunaan aktiva tetap dimana aktiva tetap akan mengalami penurunan fungsi. Penyusutan atau depresiasi merupakan jumlah yang dapat disusutkan dan dialokasikan ke tiap periode akuntansi selama masa manfaatnya dengan cara yang rasional dan sistematis. Perhitungan depresiasi diperlukan untuk menentukan besar pajak yang seharusnya diperoleh setelah pendapatan dikurangi dengan beban penyusutan sehingga akan diperoleh pendapatan bersih yang tepat. Perhitungan depresiasi dilakukan dengan menggunakan metode depresiasi garis lurus sehingga penurunan nilai per tahun memiliki nilai yang sama. Pada Tabel 5.4 merupakan hasil perhitungan depresiasi.

Tabel 5. 4 Perhitungan Depresiasi

Depresiasi	Total Biaya	Masa Manfaat (Tahun)	Persen Penyusutan Per Tahun	Penyusutan Per Tahun
Kendaraan	Rp 560,869,800,000	8	12.5%	Rp 74,782,640,000
Bangunan	Rp 6,400,000,000	20	5%	Rp 320,000,000
Peralatan Kerja	Rp 1,581,776,060	5	20%	Rp 316,355,212
<b>Total Depresiasi Per Tahun</b>				Rp 75,418,995,212

### 5.1.2 Biaya Variabel

Biaya variabel merupakan biaya yang berubah secara proporsional bergantung pada jumlah kuantitas *output*, pada permasalahan ini biaya variabel berubah mengikuti jumlah distribusi atau pengiriman yang dilakukan. Biaya variabel pada sistem distribusi yang digunakan yaitu terkait biaya *maintenance*, biaya bahan bakar, dan upah untuk sopir dan kernet truk yang digunakan selama proses distribusi semen. Pada Tabel 5.5 merupakan rincian dari biaya *maintenance* dan Tabel 5.6 merupakan perhitungan biaya bahan bakar.

Tabel 5. 5 Rincian Biaya *Maintenance*

Komponen Biaya	Besar (Rp/km)
Ban	937
<i>Service</i> rutin	429.82
- Penggantian oli mesin	75.10
- Penggantian oli gardan	39.95
- Penggantian oli persneleng (transmisi)	24.71
- Penggantian oli <i>power steering</i>	14.80
- Penggantian minyak rem	5.35
- Penggantian accu	12.06
- Penggantian <i>filter</i> solar	5.30
- Penggantian <i>filter</i> udara	13.84
- Penggantian <i>filter</i> oli	14.43
- Penggantian kanvas rem	38.62
- Penggantian kanvas kopling	18.48
- Penggantian <i>bearing</i> roda	13.18
- Penggantian per ( <i>under carriage</i> )	154.00
Perbaikan (60% * <i>service</i> rutin)	257.89
<b>Total</b>	<b>1,624.71</b>

Tabel 5. 6 Perhitungan Biaya Bahan Bakar

Komponen Biaya	Besar	
Harga solar (Dexlite pertamina)	7,300	Rp/liter
Pemakaian solar (km/liter)	2.0	Km/liter
<b>Biaya solar per km</b>	<b>3,650</b>	Rp/km

Biaya variabel hanya dikeluarkan apabila terdapat proses distribusi, sehingga untuk tiap tujuan memiliki biaya yang berbeda bergantung pada jarak tujuan pengiriman. Pada Tabel 5.7 merupakan rekap dari biaya variabel yang terdapat pada permasalahan yang diangkat.

Tabel 5. 7 Biaya Variabel Sistem Distribusi

Biaya Variabel		
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp1,624.71	Rp/Km
Biaya Bahan Bakar	R4,650	Rp/Km
Upah Sopir dan Kernet	Rp400,000	Per hari

## 5.2 Perhitungan Tarif

Pengeluaran-pengeluaran yang dikeluarkan perusahaan akan mempengaruhi besar tarif distribusi yang akan dihitung. Pada dasarnya perhitungan untuk tarif distribusi per ton per tujuan didasari dari pengeluaran pada biaya variabel yang besarnya akan dipengaruhi oleh besar permintaan, jumlah perjalanan yang dilakukan, dan jarak dari pabrik menuju lokasi tujuan. Perhitungan tarif dilakukan dengan menggunakan jumlah permintaan tetap setiap tahunnya. Pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 merupakan jumlah permintaan pada tiap distributor per tahun.

Tabel 5. 8 Permintaan Semen Kantong

Zone	Demand Tahunan (ton)	Zone	Demand Tahunan (ton)	Zone	Demand Tahunan (ton)
Cilegon Kota	1,411	Cirebon	7,768	Pemalang	8,899
Lebak	14,721	Depok Kota	133,880	Purwokerto	4,569
Serang	197,815	Garut	95,838	Rembang	3,367

Tabel 5.8 Permintaan Semen Kantong (Lanjutan)

<i>Zone</i>	<i>Demand Tahunan (ton)</i>	<i>Zone</i>	<i>Demand Tahunan (ton)</i>	<i>Zone</i>	<i>Demand Tahunan (ton)</i>
Jakarta Barat	211,698	Indramayu	4,108	Semarang Kota	2,223
Jakarta Pusat	59,015	Karawang	274,450	Solo	8,697
Jakarta Selatan	156,052	Purwakarta	18,734	Weleri	1,173
Jakarta Timur	288,784	Subang	20,145	Banyuwangi	1,385
Jakarta Utara	966,030	Sukabumi Kota	3,405	Kediri	3,951
Bogor	1,940,878	Tangerang Kabupaten	641,001	Lamongan	1,129
Bandung	389,059	Tangerang Kota	184,232	Madiun	2,664
Bandung Kota	178,508	Tasikmalaya	2,531	Malang	4,904
Bekasi	531,943	Tegal	4,190	Pasuruan	1,464
Bekasi Kota	171,082	Bantul	1,905	Sidoarjo	2,549
Bogor Kota	27,227	Demak	5,415	Surabaya	16,291
Cianjur	160,365	Pati	1,817	Tuban	4,043

Tabel 5. 9 Permintaan Semen Curah

<i>Zone</i>	<i>Demand Tahunan (Ton)</i>	<i>Zone</i>	<i>Demand Tahunan (Ton)</i>	<i>Zone</i>	<i>Demand Tahunan (Ton)</i>
Cilegon Kota	67,457	Bekasi Kota	78,713	Tangerang Kota	64,362
Lebak	2,655	Bogor Kota	17,472	Tasikmalaya	4,246
Pandeglang	2,049	Cianjur	1,397	Tasikmalaya Kota	1,617
Serang	148,309	Cimahi Kota	10,362	Boyolali	891
Jakarta Barat	317,783	Cirebon	2,956	Kudus	1,617
Jakarta Pusat	244,233	Garut	6,062	Magelang	1,592
Jakarta Selatan	396,445	Karawang	254,836	Purwodadi	879
Jakarta Timur	182,833	Majalengka	7,771	Purwokerto	2,103
Jakarta Utara	347,975	Purwakarta	58,681	Semarang Kota	2,033
Bogor	305,925	Subang	20,827	Sukoharjo	1,768
Bandung	99,054	Sukabumi	1,635	Gresik	34,876
Bandung Kota	51,851	Sumedang	1,617	Mojokerto	2,268
Bekasi	205,301	Tangerang Kabupaten	339,362	Sidoarjo	53,129

Permintaan dan jarak lokasi yang berbeda menyebabkan jumlah pengiriman yang harus dilakukan berbeda pula. Jumlah pengiriman yang harus dilakukan dapat dilihat dari hasil simulasi. Pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11

merupakan jumlah ritase per tahun hasil simulasi pada tiap distributor untuk semen kantong dan semen curah.

Tabel 5. 10 Jumlah Ritase Tiap Distributor Semen Kantong

<i>Zone</i>	<i>Ritase /Tahun</i>	<i>Zone</i>	<i>Ritase /Tahun</i>	<i>Zone</i>	<i>Ritase /Tahun</i>
Cilegon Kota	54	Cirebon	271	Pemalang	309
Lebak	507	Depok Kota	4614	Purwokerto	161
Serang	2947	Garut	1717	Rembang	116
Jakarta Barat	6765	Indramayu	146	Semarang Kota	82
Jakarta Pusat	2019	Karawang	4491	Solo	293
Jakarta Selatan	5302	Purwakarta	648	Weleri	45
Jakarta Timur	8878	Subang	690	Banyuwangi	44
Jakarta Utara	7771	Sukabumi Kota	122	Kediri	116
Bogor	12050	Tangerang Kabupaten	4657	Lamongan	40
Bandung	2542	Tangerang Kota	5576	Madiun	92
Bandung Kota	2518	Tasikmalaya	92	Malang	129
Bekasi	8262	Tegal	149	Pasuruan	51
Bekasi Kota	5847	Bantul	70	Sidoarjo	77
Bogor Kota	933	Demak	186	Surabaya	396
Cianjur	2172	Pati	68	Tuban	127

Tabel 5. 11 Jumlah Ritase Tiap Distributor Semen Curah

<i>Zone</i>	<i>Ritase /Tahun</i>	<i>Zone</i>	<i>Ritase /Tahun</i>	<i>Zone</i>	<i>Ritase /Tahun</i>
Cilegon Kota	2,137	Bekasi Kota	2,235	Tangerang Kota	1,774
Lebak	89	Bogor Kota	525	Tasikmalaya	138
Pandeglang	70	Cianjur	47	Tasikmalaya Kota	57
Serang	4,573	Cimahi Kota	331	Boyolali	34
Jakarta Barat	8,319	Cirebon	99	Kudus	57
Jakarta Pusat	6,300	Garut	192	Magelang	57
Jakarta Selatan	10,488	Karawang	6,970	Purwodadi	33
Jakarta Timur	5,091	Majalengka	250	Purwokerto	72
Jakarta Utara	9,349	Purwakarta	1,857	Semarang Kota	70
Bogor	8,171	Subang	658	Sukoharjo	62
Bandung	3,109	Sukabumi	55	Gresik	1,121
Bandung Kota	1,639	Sumedang	56	Mojokerto	77
Bekasi	5,297	Tangerang Kabupaten	9,030	Sidoarjo	1,692



Pada dasarnya perhitungan tarif truk *third party logistics* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus dasar sebagai berikut.

$$Tarif_i = Biaya_i + Margin \quad (5.1)$$

$i = 1,2,3,4,5$

Keterangan:

$Tarif_i$  : Tarif untuk tahun ke  $i$

$Biaya_i$  : Biaya atau pengeluaran untuk tahun ke  $i$

*Margin*: Besar penambahan pada biaya

Tarif untuk setiap tujuan pengiriman memiliki nilai yang berbeda-beda. Dapat dilihat pada rumus 5.1 bahwa perlu biaya tiap tahun berbeda-beda pula sehingga perlu dilakukan perhitungan awal terhadap biaya yang merupakan pengeluaran bagi perusahaan. Pengeluaran yang menyebabkan pengaruh langsung pada tarif per ton per tujuan merupakan biaya operasional atau biaya variabel. Biaya variabel pada sistem distribusi merupakan biaya yang besarnya dipengaruhi oleh jarak pengiriman dari Pabrik Citeureup menuju distributor dan frekuensi pengiriman yang dipengaruhi oleh besar permintaan tiap distributor. Pada permasalahan ini biaya variabel yang mempengaruhi tarif distribusi secara langsung yaitu biaya *maintenance* yang dan biaya bahan bakar yang sudah diperoleh nilainya per rupiah per km sehingga nilai tersebut dapat langsung dijadikan faktor pengali terhadap panjang perjalanan truk selama setahun. Selain itu biaya variabel lain berupa upah sopir dan kernet yang pengeluarannya bergantung pada jumlah hari dalam tiap perjalanan, nilai pada biaya ini dihitung per hari. Pada setiap tahunnya masing-masing biaya memiliki nilai kenaikan yang berbeda-beda.

Tabel 5. 12 Biaya BBM dengan Kenaikan Per Tahun

Tahun	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tahun ke -	0	1	2	3	4	5
Biaya BBM (Rp/km)	3,650	3,796	3,948	4,106	4,270	4,441

Tabel 5. 13 Biaya *Maintenance* dengan Kenaikan Per Tahun

Tahun	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tahun ke -	0	1	2	3	4	5
Biaya <i>Maintenance</i> (Rp/km)	1,625	1,755	1,895	2,047	2,210	2,387

Tabel 5. 14 Upah Sopir dengan Kenaikan Per Tahun

Tahun	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tahun ke -	0	1	2	3	4	5
Upah Sopir (Rp/Hari)	200,000	220,000	242,000	266,200	292,820	322,102

Perhitungan biaya bahan bakar dan biaya *maintenance* diawali dengan mencari nilai km/tahun tiap tujuan dengan mengalikan jumlah ritase/tahun dengan jarak masing-masing tujuan yang kemudian jumlahnya akan dikalikan untuk perhitungan pengeluaran. Pada Tabel 5.15 merupakan contoh perhitungan km/tahun.

Tabel 5. 15 Contoh Perhitungan Km Per Tahun

No	Zone		Jarak (km)	Jarak PP (Km)	Ritase Truk/Tahun	Km Truk/Tahun
1	Banten	Cilegon Kota	137	274	54	14,796
2		Lebak	106	212	507	107,484
3		Serang	127	254	2,947	748,538

Sedangkan untuk upah sopir memiliki satuan yang berbeda yaitu Rp/Hari, sehingga faktor pengali yang digunakan yaitu lama hari pada perjalanan untuk setiap tujuan yang kemudian hasilnya dikalikan kembali dengan jumlah perjalanan selama setahun hasil dari model simulasi. Perhitungan tarif dilakukan dengan menambahkan seluruh biaya variabel per tujuan per tahun kemudian membaginya dengan jumlah permintaan per tahun sehingga diperoleh besar biaya yang harus dikeluarkan untuk pengiriman per ton per tujuan.

=Upah supir*I29+Biaya Maintenance*I30+Biaya Bahan Bakar*I31							
B	C	D	E	F	G	H	
<b>Tarif Distribusi Semen Kantong (per ton per tujuan)</b>							
<b>Zone</b>		<b>Pengeluaran (Rp/Tahun)</b>					
		<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	
Banten	Cilegon Kota	153,408,019	164,859,636	177,280,078	190,757,511	205,388,438	
	Lebak	1,042,770,438	1,118,794,902	1,201,140,829	1,290,377,055	1,387,125,801	
	Serang	6,748,262,906	7,226,333,129	7,743,289,369	8,302,579,327	8,907,971,112	

Gambar 5. 1 Contoh Perhitungan Biaya untuk Dasar Perhitungan Tarif

Tarif distribusi tiap tujuan kemudian diperoleh dengan menambahkan *margin* yang tetap pada biaya per tujuan pada tiap tahun. Pada perhitungan yang dilakukan, terdapat kenaikan tarif distribusi semen pada tiap tahunnya sebesar 7.3% untuk semen kantong dan 7.33% untuk semen curah. Total biaya distribusi merupakan pendapatan untuk pihak *third party logistics*. Total biaya distribusi dapat dihitung dengan mengalikan tarif per ton per tujuan dengan permintaan per tahun pada setiap distributor kemudian menambahkan dengan *capital recovery* atau pengembalian per tahun yang diperoleh dari kendaraan selama masa penggunaan dan biaya investasi per tahun yang berasal dari biaya aset lain selain kendaraan. Sehingga pada total biaya distribusi yang akan ditanggung oleh PT Indocement terdapat dua komponen biaya yang nilainya bergantung pada jumlah perjalanan dan biaya tetap yang dibayarkan meskipun tidak dilakukan pengiriman. Pada Tabel 5.16 merupakan besar komponen biaya yang perlu dibayarkan per tahun walaupun tidak dilakukan pengiriman.

Tabel 5. 16 Komponen Biaya Tetap

<i>Capital Recovery</i>	Rp118,877,395,664.98
Biaya Investasi per tahun (selain kendaraan)	Rp11,323,528,499.06
<b>Total</b>	<b>Rp122,771,086,934.98</b>

Sehingga total biaya distribusi yang harus dikeluarkan per tahun dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5. 17 Total Biaya Distribusi

<b>Tahun</b>	<b>Total Biaya Distribusi</b>
<b>2018</b>	Rp507,676,738,747
<b>2019</b>	Rp535,820,719,236
<b>2020</b>	Rp566,343,666,370
<b>2021</b>	Rp599,461,956,570
<b>2022</b>	Rp635,412,414,846

### 5.3 Perhitungan Laporan Laba Rugi

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai laporan laba rugi apabila dilihat dari segi perusahaan penyedia jasa berdasarkan perhitungan PT Indocement.

Tabel 5. 18 Laporan Laba Rugi

Deskripsi	Tahun					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pendapatan (Baya Distribusi)	Rp -	Rp 507,676,738,747	Rp 535,820,719,236	Rp 566,343,666,370	Rp 599,461,956,570	Rp 635,412,414,846
Beban Umum dan Administrasi	Rp -	Rp 309,412,114,663	Rp 332,481,376,803	Rp 357,500,647,584	Rp 384,647,288,001	Rp 414,115,420,498
Depresiasi	Rp -	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212
Pendapatan sebelum pajak	Rp -	Rp 122,845,628,872	Rp 127,920,347,221	Rp 133,424,023,574	Rp 139,395,673,356	Rp 145,877,999,136
Pajak pendapatan	Rp -	Rp 30,711,407,218	Rp 30,711,407,218	Rp 30,711,407,218	Rp 30,711,407,218	Rp 30,711,407,218
Pendapatan bersih	Rp -	Rp 92,134,221,654	Rp 97,208,940,003	Rp 102,712,616,356	Rp 108,684,266,138	Rp 115,166,591,918

### 5.4 Perhitungan Free Cash Flow

Setelah melakukan perhitungan laporan laba rugi, selanjutnya membuat *free cash flow*. Perhitungan *free cash flow* akan didapatkan *net cash flow* tiap tahunnya. Adapun perhitungan *free cash flow* dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Free Cash Flow

Deskripsi	Tahun					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INFLOW</b>						
Pendapatan Bersih	Rp -	Rp 91,904,609,742	Rp 96,956,502,105	Rp 102,435,423,027	Rp 108,380,212,443	Rp 114,636,301,911
Depresiasi	Rp -	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212	Rp 75,418,995,212
Terminal (Salvage Value)						Rp -
Total Inflow	Rp -	Rp 167,323,604,954	Rp 172,375,497,317	Rp 177,854,418,239	Rp 183,799,207,655	Rp 190,055,297,123
<b>OUTFLOW</b>						
Investasi	Rp 639,079,906,060	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
Total Outflow	Rp 639,079,906,060	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
Net Cash Flow	-Rp 639,079,906,060	Rp 167,323,604,954	Rp 172,375,497,317	Rp 177,854,418,239	Rp 183,799,207,655	Rp 190,055,297,123

Tabel 5. 20 Perhitungan IRR dan NPV

<b>NPV</b>	Rp252,328,119,229
<b>IRR</b>	12%

*Net Cash Flow* yang telah dihitung dapat digunakan untuk melakukan perhitungan NPV dan IRR. Apabila perusahaan jasa menetapkan nilai IRR sebesar 12% dan nilai sisa sesuai dengan ketetapan awal yaitu 50% maka NPV yang

dihasilkan sebesar Rp252,328,119,229 dengan besar *margin* yang ditambahkan pada biaya sebagai tarif sebesar 22%.

## 5.5 Analisis Hasil Perhitungan

Pada bagian ini akan dibahas analisis mengenai hasil perhitungan yang telah dilakukan. Pada perhitungan tarif diawali dengan melakukan perhitungan pada investasi untuk aset tetap pada awal periode. Investasi utama yang digunakan pada sistem distribusi semen merupakan truk yang jumlahnya diketahui dari hasil model simulasi yang dirancang sebelumnya. Jumlah truk untuk semen kantong sebanyak 640 truk dan untuk semen curah sebanyak 320 truk sehingga biaya yang dikeluarkan untuk investasi kendaraan operasional sebesar Rp598,261,120,000. Pengeluaran lain untuk aset tetap berupa tanah dan bangunan, perlengkapan dan peralatan kantor, dan peralatan kerja sehingga total biaya keseluruhan yang digunakan untuk investasi sebesar Rp639,079,906,060 dengan beban depresiasi sebesar Rp75,418,995,212 per tahun. Pengeluaran pada biaya aset tetap kendaraan akan memiliki nilai *capital recovery* sebesar Rp118,877,395,664.98 dan pada aset lain selain kendaraan akan diperhitungkan nilai per tahun untuk menjadi penambahan biaya yang perlu dibayarkan perusahaan tiap tahunnya walaupun tidak terdapat pengiriman sebesar Rp11,323,528,499.06. Sehingga PT Indocement akan tetap melakukan pembayaran per tahun meskipun tidak terdapat pengiriman sebesar tetap biaya tersebut memiliki jumlah sebesar Rp130,200,924,164.04.

Perhitungan pengeluaran biaya sebagai dasar perhitungan tarif dipengaruhi oleh biaya variabel atau operasional yang berupa biaya *maintenance*, biaya bahan bakar, dan upah sopir dan kernet. Biaya diperoleh dengan membagi pengeluaran operasional dengan jumlah permintaan pada tujuan dalam satu tahun sehingga diperoleh biaya per ton per tujuan yang kemudian ditambahkan dengan *margin* sebesar 22% sehingga diperoleh tarif distribusi. Tarif distribusi tiap tujuan memiliki nilai yang berbeda bergantung pada jumlah permintaan dan jarak dari pabrik menuju lokasi distributor. Pada gambar tarif distribusi per ton per tujuan untuk semen kantong ditunjukkan beberapa tarif yang diperoleh dari hasil perhitungan.

**Tarif Distribusi Semen Kantong (per ton per tujuan)**

Zone		Tarif (Rp/Ton/Tujuan)				
		2018	2019	2020	2021	2022
Banten	Cilegon Kota	132,618	142,518	153,255	164,906	177,554
	Lebak	86,419	92,719	99,544	106,939	114,957
	Serang	41,618	44,566	47,754	51,203	54,937
DKI Jakarta	Jakarta Barat	37,624	40,417	43,445	46,731	50,296
	Jakarta Pusat	36,388	39,173	42,199	45,486	49,059
	Jakarta Selatan	34,296	36,966	39,867	43,023	46,456
	Jakarta Timur	30,866	33,273	35,889	38,734	41,830
	Jakarta Utara	8,883	9,555	10,284	11,077	11,937

Gambar 5. 2 Tarif Distribusi Per Ton Per Tujuan untuk Semen Kantong

Semakin banyak jumlah permintaan maka jumlah ritase pengiriman akan meningkat sehingga akan menambahkan pengeluaran dan semakin jauh jarak pabrik dengan lokasi maka jumlah total km per tahun pada distributor tersebut akan meningkat sehingga mempengaruhi tarif yang harus dikeluarkan untuk mendistribusikan semen menuju lokasi tersebut. Tarif distribusi yang memiliki nilai terbesar pada distribusi semen kantong yaitu untuk distribusi menuju distributor di Banyuwangi sedangkan pada distribusi semen curah yaitu untuk distribusi menuju distributor di Mojokerto. Tarif distribusi semen kantong dan semen curah per ton per tujuan untuk seluruh lokasi ditunjukkan pada lampiran C.

Perhitungan tarif distribusi semen yang dilakukan dapat dijadikan sebagai acuan dalam pemilihan perusahaan penyedia jasa *third party logistics*, sehingga pengeluaran yang harus dikeluarkan PT Indocement pada distribusi tidak jauh melebihi perkiraan yang telah diperhitungkan. Perhitungan awal tarif distribusi yang dilakukan telah memberikan IRR untuk penyedia jasa 3PL sebesar 12%, hal ini dimaksudkan agar PT Indocement dapat benar-benar melihat dari sisi perusahaan 3PL yang juga pada masa operasinya perlu untuk memperhitungkan pengembalian yang memiliki keuntungan tidak hanya mengembalikan modal awal. Tarif distribusi per ton per tujuan yang dirancang dapat berubah ketika komponen biaya mengalami perubahan. Pada penelitian ini dilakukan contoh perhitungan berdasarkan data yang diperoleh untuk membuktikan bahwa perhitungan yang digunakan layak untuk digunakan sebagai dasar perhitungan tarif distribusi semen.

### 5.5.1 Pengaruh Nilai Sisa terhadap Perhitungan Tarif

Pada Tabel 5.21 dan 5.22 dapat dilihat pengaruh nilai sisa terhadap perhitungan tarif pada penentuan awal dan pada hasil akhir di tahun ke-5. Pada pengujian pada nilai sisa untuk penentuan awal dilakukan dua pengujian dengan mengubah nilai sisa dengan menggunakan margin yang sama dan IRR yang sama. Sedangkan pada nilai sisa di akhir tahun ke-5 dilakukan pengujian pada IRR yang sama. Sehingga dapat dilihat nilai yang dipengaruhi oleh besar nilai sisa.

Tabel 5. 21 Pengaruh Nilai Sisa pada Penentuan Awal pada Perhitungan Tarif

NILAI SISA TRUK ESTIMASI	IRR 12%	
	MARGIN	NPV
45%	5.44%	Rp307,013,715,917
47.5%	5.19%	Rp309,707,972,971
50%	4.96%	Rp314,189,574,535
52.5%	4.74%	Rp315,562,226,799
55%	4.47%	Rp317,868,305,553
57.5%	4.22%	Rp320,546,145,213
60%	4.07%	Rp324,455,208,014

Berdasarkan Tabel 5.21 dapat dilihat bahwa nilai sisa truk pada tahun kelima yang ditentukan di awal akan mempengaruhi besar *margin* yang harus ditambahkan apabila ingin memperoleh nilai pengembalian yang sama yaitu sebesar 12%. Semakin besar nilai sisa maka kecil *margin* yang harus ditambahkan pada tarif, hal ini dikarenakan besar nilai sisa akan mempengaruhi *capital recovery* sehingga mempengaruhi besar biaya distribusi tetap yang harus dibayarkan PT Indocement kepada perusahaan jasa. Penentuan nilai sisa pada truk di awal perhitungan tarif akan berpengaruh terhadap kelebihan atau kekurangan yang terjadi apabila nilai sisa yang ditetapkan pada perhitungan tarif tidak sesuai pada kondisi nyata di akhir tahun ke-5. Sehingga diawal perlu ditetapkan besar nilai sisa truk yang akan digunakan untuk perhitungan total biaya distribusi yang perlu dibayarkan PT Indoement per tahun. Estimasi di awal ini dilakukan sebagai negosiasi yang dilakukan antar pihak untuk menetapkan biaya distribusi yang tidak merugikan kedua belah pihak.

Tabel 5. 22 Pengaruh Nilai Sisa di Akhir Periode pada Perhitungan Tarif

NILAI SISA TRUK DI AKHIR	Margin 5%	
	IRR	NPV
40%	10%	Rp217,654,151,510
45%	11%	Rp230,283,379,934
50%	12%	Rp241,197,970,352
55%	13%	Rp252,328,119,229
60%	14%	Rp265,159,932,066

Pada Tabel 5.22 dapat dilihat pengaruh nilai sisa di akhir periode terhadap IRR dan NPV pada perhitungan tarif dengan melihat *margin* yang sama yaitu 5%. Apabila nilai sisa melebihi nilai sisa yang ditentukan di awal, pengembalian yang diperoleh perusahaan jasa tidak sama dengan pengembalian awal. Hal ini disebabkan karena perubahan nilai sisa, apabila hasil penjualan melebihi perkiraan sebelumnya, kas yang dimiliki penyedia jasa akan melebihi estimasi yang dilakukan sebelumnya. Begitu juga sebaliknya apabila nilai sisa di akhir yang diperoleh kurang dari nilai sisa yang ditentukan di awal. Kedua belah pihak harus mempertimbangkan dengan membuat kesepakatan agar tidak terjadi kerugian terhadap salah satu pihak.

Kesepakatan yang dibuat dapat mempertimbangkan pula apabila nilai sisa pada tahun ke-5 tidak sesuai perkiraan awal. Dasar perhitungan yang dilakukan menggunakan nilai sisa 50%. Dampak yang diperoleh apabila di akhir ternyata nilai sisa lebih dari 50% yaitu penyedia jasa memperoleh keuntungan dan PT Indocement memperoleh kerugian dan begitu juga sebaliknya apabila nilai sisa kurang dari 50%. Hal ini akan menguntungkan dan merugikan satu pihak. Sehingga perlu dilakukan kesepakatan di awal untuk mengatasi hal tersebut yang salah satunya dapat dilakukan dengan menyepakati nilai sisa di akhir sebagai tanggung jawab kedua belah pihak. Apabila nilai sisa pada akhir tahun ke-5 yang diperoleh lebih besar dari 50% akan dilakukan pengembalian terhadap PT Indocement dan apabila nilai sisa pada akhir tahun ke-5 yang diperoleh kurang dari 50%, kekurangan yang diterima akan menjadi tanggung jawab kedua belah pihak.



### 5.5.2 Pengaruh *Growth* pada Pengeluaran terhadap Perhitungan Tarif

Pada Tabel 5.23 dapat dilihat pengaruh besar kenaikan pada pengeluaran terhadap perhitungan tarif. Pada pengujian dilakukan dengan mengubah besar kenaikan saat nilai IRR sama pada tiap perubahan, sehingga dapat dilihat besar margin yang perlu ditambahkan untuk memperoleh nilai IRR yang ditetapkan.

Tabel 5. 23 Pengaruh *Growth* pada Pengeluaran

<i>GROWTH</i> UPAH / YEAR	<i>GROWTH</i> MAINTENANCE/ YEAR	<i>GROWTH</i> BBM / YEAR	IRR	NPV	MARGIN
12%	10%	5%	12%	Rp312,797,869,758	4.70%
			5%	Rp125,966,164,940	-7.81%
			10%	Rp260,730,146,257	1.22%
			15%	Rp396,036,742,696	10.27%
10%	8%	4%	12%	Rp241,197,970,352	4.96%
			5%	Rp128,672,705,391	-8.08%
			10%	Rp258,158,737,707	1.10%
			15%	Rp395,338,554,238	10.83%
8%	6%	3%	12%	Rp310,163,625,428	5.08%
			5%	Rp125,855,446,737	-8.77%
			10%	Rp258,025,425,889	1.16%
			15%	Rp395,633,760,220	11.50%
6%	4%	2%	12%	Rp311,789,157,556	5.51%
			5%	Rp126,827,499,196	-9.21%
			10%	Rp259,158,618,979	1.32%
			15%	Rp393,676,621,272	12.03%

Pada Tabel 5.23 dapat dilihat perubahan yang dihasilkan apabila terjadi kondisi yang berbeda pada kondisi sebenarnya atau kondisi yang disepakati perusahaan dan penyedia jasa. Besar kenaikan pada tarif distribusi per tahun akan berubah apabila kenaikan pada pengeluaran variabel berubah. Semakin kecil kenaikan per tahun maka *margin* yang perlu ditambahkan akan semakin besar. Pada tiap perubahan kenaikan, besar IRR yang diinginkan akan tetap mempengaruhi besar *margin* keuntungan yang harus ditambahkan pada biaya distribusi, semakin besar IRR yang diinginkan semakin besar *margin* yang perlu ditambahkan untuk menjadi tarif distribusi. Kenaikan pengeluaran per tahun dapat terjadi karena banyak faktor. Kenaikan per tahun pada pengeluaran *maintenance* dapat diakibatkan apabila terjadi perubahan harga pada *spare part*. Sedangkan kenaikan

per tahun pada pengeluaran bahan bakar dan upah perubahannya sensitive apabila terjadi perubahan pada nilai rupiah.

Pihak yang dirugikan apabila terjadi penurunan kenaikan pada pengeluaran adalah PT Indocement. Hal ini dikarenakan tarif yang dibayarkan kepada pihak penyedia jasa menjadi terlalu mahal ketika sebenarnya per tahun kenaikan yang terjadi tidak sesuai dengan perhitungan tarif awal. Sehingga dalam penentuan kenaikan pada pengeluaran per tahun harus dengan pertimbangan yang baik dengan melihat faktor yang dapat mempengaruhi kenaikan tersebut. Pada dasar perhitungan tarif menggunakan tingkat kenaikan dengan besar yang sama pada tiap tahunnya, namun hal ini dapat dikondisikan sesuai dengan kondisi nyata dengan kenaikan yang berbeda untuk setiap tahunnya.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Model simulasi yang dirancang mampu meniru kondisi nyata sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan jumlah truk yang dapat memberikan *service level* dan utilitas yang dikehendaki. Jumlah truk hasil simulasi yaitu 640 truk semen kantong dan 320 truk semen curah. *Service level* yang dicapai dengan utilitas truk tidak melebihi 0.8 pada distribusi semen kantong yaitu sebesar 80.54% dan untuk semen curah sebesar 86.34%.
2. Perhitungan tarif pengangkutan semen dihitung dari pengembalian biaya investasi (biaya tetap) selama periode kontrak ditambah biaya variabel yang terdiri dari  $A+B+C+D$  (sebutkan) ditambah dengan *margin* dalam persentase tertentu yang dicari sehingga dapat memberikan *return* sesuai yang diberikan dan ditetapkan oleh PT Indocement ke *provider* 3PL. Berdasarkan uji coba dengan data sekunder yang diperoleh, untuk mendapatkan IRR sebesar 12% maka pada biaya variabel harus ditambah margin 22%. Tarif dasar tersebut dapat digunakan dalam pemilihan calon *provider*.
3. Biaya investasi truk dalam tarif pengangkutan semen juga dipengaruhi asumsi nilai sisa truk. Model keuangan yang telah dibuat dapat digunakan untuk melakukan penyesuaian nilai sisa sesuai kesepakatan antara PT Indocement dengan calon *provider* 3PL.
4. Asumsi kenaikan pada pengeluaran variabel juga mempengaruhi tarif. Penentuan asumsi kenaikan pada pengeluaran per tahun harus dengan pertimbangan yang baik dengan melihat faktor yang dapat mempengaruhi

kenaikan. Tingkat kenaikan per tahun dapat dikondisikan dengan nilai yang berbeda tiap tahunnya sesuai dengan perkiraan di awal perhitungan tarif.

## **6.2 Saran**

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Kajian keuangan dapat dikaji secara lebih terperinci sehingga semua pengeluaran dan pemasukan dapat terakomodasi.
2. Memperhitungkan truk yang memulai perjalanan dari *warehouse* distributor menuju *end customer*.
3. Mempertimbangkan apabila truk memiliki kapasitas heterogen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguezoul, A., 2007. The Third Party Logistics Selection: A Review of Literature. *International Logistics and Supply Chain Congress*, pp. 1-7.
- Balak, I. R., Sondakh, J. J. & Pusung, R. J., 2016. Perlakuan Akuntansi Capital Expenditure Pada Revenue Expenditure Pada PT Maesa Nugraha Manado. *Jurnal EMBA*, pp. 192-201.
- Chandra, T., 2016. *Investasi Bagi Pemula*. Sidoarjo: Zifatama Publishing.
- Crundwell, F., 2008. *Finance for Engineers: Evaluating and Funding of Capital Projects*. London: Springer.
- Frazelle, E., 2002. *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. Amerika Serikat: McGraw-Hill.
- Fyffe, D. E. & Clifton, D., 1977. *Project Feasibility Analysis*. Canada: John Wiley & Sons, Inc..
- Gitman, L. J., 2004. *Principles of Managerial Finance Tenth Edition*. s.l.:Pearson Education, Inc.
- Gunarta, I. K., 2013. *Manajemen Keuangan*. Surabaya: ITS Surabaya.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. & Sadowski, D., 2006. *Simulation with Arena*. s.l.:McGraw-Hill.
- Kementerian Perindustrian, 2017. [Online]  
Available at: <http://www.kemenperin.go.id/artikel/4496/Konsumsi-Semen-Tumbuh-12,8>
- Law, A. & Kelton, W., 1991. *Simulation Modeling and Analysis. 2nd ed.* Ney York: McGraw-Hill.
- Murphy, P. R. & Poist, R., 1998. Third-party logistics usage: an assessment of propositions based on previous research. *Transportation Journal*, pp. 26-35.
- Papadopoulou, C., 2001. [Online]  
Available at: <http://web.mit.edu>
- Pujawan, I. N. & ER, M., 2010. *Supply Chain Management. Edisi Kedua*. Surabaya: Guna Widya.

- Reily, F. & Brown, 2003. *Investment Analysis and Portfolio Management*, 7th edition. US: Thomson South-Western Inc.
- Suliyanto, 2010. *Studi Kelayakan Bisnis Pendekatan Praktis*. Yogyakarta: Andi.
- Zhang, H. & Okoroafo, S. C., 2015. Third-Party Logistics (3PL) and Supply Chain Performance in the Chinese Market: A Conceptual Framework. *Engineering Management Research*, pp. Vol. 4, No. 1.

## LAMPIRAN A

Lama Perjalanan dari Pabrik menuju Lokasi Distributor

No	Zone		Jarak	Distribusi	Perjalanan (Jam)			
					Pergi		Balik	
					Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
1	Banten	Cilegon Kota	137	Normal	9.13	3.04	5.48	1.10
2		Lebak	106	Normal	7.07	2.36	4.24	0.85
3		Pandeglang	229	Normal	15.27	5.09	9.16	1.83
4		Serang	127	Normal	8.47	2.82	5.08	1.02
5	DKI Jakarta	Jakarta Barat	47.3	Normal	3.15	1.05	1.89	0.38
6		Jakarta Pusat	38.9	Normal	2.59	0.86	1.56	0.31
7		Jakarta Selatan	34.9	Normal	2.33	0.78	1.40	0.28
8		Jakarta Timur	34.5	Normal	2.30	0.77	1.38	0.28
9		Jakarta Utara	41.9	Normal	2.79	0.93	1.68	0.34
10	Jawa Barat	Bogor	23.3	Normal	1.55	0.52	0.93	0.19
11		Bandung	149	Normal	9.93	3.31	5.96	1.19
12		Bandung Kota	150	Normal	10.00	3.33	6.00	1.20
13		Bekasi	38.7	Normal	2.58	0.86	1.55	0.31
14		Bekasi Kota	38.2	Normal	2.55	0.85	1.53	0.31
15		Bogor Kota	23	Normal	1.53	0.51	0.92	0.18
16		Cianjur	176	Normal	11.73	3.91	7.04	1.41
17		Cimahi Kota	127	Normal	8.47	2.82	5.08	1.02
18		Cirebon	232	Normal	15.47	5.16	9.28	1.86
19		Depok Kota	20.6	Normal	1.37	0.46	0.82	0.16
20		Garut	226	Normal	15.07	5.02	9.04	1.81
21		Indramayu	210	Normal	14.00	4.67	8.40	1.68
22		Karawang	79.7	Normal	5.31	1.77	3.19	0.64
23		Majalengka	215	Normal	14.33	4.78	8.60	1.72
24		Purwakarta	100	Normal	6.67	2.22	4.00	0.80
25		Subang	143	Normal	9.53	3.18	5.72	1.14
26		Sukabumi	79.6	Normal	5.31	1.77	3.18	0.64
27		Sukabumi Kota	79.6	Normal	5.31	1.77	3.18	0.64
28		Sumedang	191	Normal	12.73	4.24	7.64	1.53

Lama Perjalanan dari Pabrik menuju Lokasi Distributor (Lanjutan)

No	Zone		Jarak	Distribusi	Perjalanan (Jam)			
					Pergi		Balik	
					Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
29		Tangerang Kabupaten	76.6	Normal	5.11	1.70	3.06	0.61
30		Tangerang Kota	61	Normal	4.07	1.36	2.44	0.49
31		Tasikmalaya	272	Normal	18.13	6.04	10.88	2.18
32	Jawa Tengah	Boyolali	547	Normal	36.47	12.16	21.88	4.38
33		Kudus	531	Normal	35.40	11.80	21.24	4.25
34		Magelang	502	Normal	33.47	11.16	20.08	4.02
35		Purwodadi	532	Normal	35.47	11.82	21.28	4.26
36		Tegal	304	Normal	20.27	6.76	12.16	2.43
37		Bantul	546	Normal	36.40	12.13	21.84	4.37
38		Demak	498	Normal	33.20	11.07	19.92	3.98
39		Pati	548	Normal	36.53	12.18	21.92	4.38
40		Pemalang	358	Normal	23.87	7.96	14.32	2.86
41		Purwokerto	369	Normal	24.60	8.20	14.76	2.95
42		Rembang	601	Normal	40.07	13.36	24.04	4.81
43		Semarang Kota	472	Normal	31.47	10.49	18.88	3.78
44		Sukoharjo	578	Normal	38.53	12.84	23.12	4.62
45		Solo	567	Normal	37.80	12.60	22.68	4.54
46		Weleri	420	Normal	28.00	9.33	16.80	3.36
47	Jawa Timur	Banyuwangi	1065	Normal	71.00	23.67	42.60	8.52
48		Gresik	753	Normal	50.20	16.73	30.12	6.02
49		Mojokerto	769	Normal	51.27	17.09	30.76	6.15
50		Kediri	733	Normal	48.87	16.29	29.32	5.86
51		Lamongan	728	Normal	48.53	16.18	29.12	5.82
52		Madiun	668	Normal	44.53	14.84	26.72	5.34
53		Malang	817	Normal	54.47	18.16	32.68	6.54
54		Pasuruan	836	Normal	55.73	18.58	33.44	6.69
55		Sidoarjo	804	Normal	53.60	17.87	32.16	6.43
56		Surabaya	778	Normal	51.87	17.29	31.12	6.22
57		Tuban	671	Normal	44.73	14.91	26.84	5.37



ROP untuk Semen Kantong

<i>Zone</i>	<b>Jarak</b>	<b>Rata-Rata Demand</b>	<i>Standar Deviasi</i>	<b>RTD</b>	<b>ROP</b>
Cilegon Kota	137	6	0.67	2	13.21
Lebak	106	57	6.83	2	126.36
Serang	127	749	91.71	2	1664.01
Jakarta Barat	47.3	801	98.19	1	926.68
Jakarta Pusat	38.9	224	27.39	1	259.06
Jakarta Selatan	34.9	591	72.50	1	683.79
Jakarta Timur	34.5	1092	134.11	1	1263.66
Jakarta Utara	41.9	3652	448.13	1	4225.60
Bogor	23.3	7336	900.40	1	8488.51
Bandung	149	1471	180.46	2	3268.67
Bandung Kota	150	675	82.78	2	1499.84
Bekasi	38.7	2011	246.83	1	2326.94
Bekasi Kota	38.2	647	79.30	1	748.50
Bogor Kota	23	104	12.51	1	120.01
Cianjur	176	607	74.24	2	1348.39
Cirebon	232	30	3.54	3	97.84
Depok Kota	20.6	507	62.21	1	586.63
Garut	226	363	44.39	3	1187.41
Indramayu	210	16	1.88	3	52.17
Karawang	79.7	1038	127.37	1	1201.03
Purwakarta	100	72	8.71	2	159.76
Subang	143	77	9.32	2	170.86
Sukabumi Kota	79.6	14	1.61	1	16.07
Tangerang Kabupaten	76.6	2424	297.36	1	2804.62
Tangerang Kota	61	697	85.47	1	806.40
Tasikmalaya	272	11	1.00	3	35.21
Tegal	304	17	2.11	4	73.40
Bantul	546	8	0.94	6	50.94
Demak	498	22	2.47	6	139.73
Pati	548	8	0.78	6	50.44
Pemalang	358	35	4.09	4	150.46
Purwokerto	369	18	2.19	4	77.60
Rembang	601	14	1.64	7	103.56
Semarang Kota	472	9	1.00	6	57.12
Solo	567	34	4.07	7	251.78
Weleri	420	5	0.67	5	26.91
Banyuwangi	1065	6	0.67	12	74.96
Kediri	733	16	1.78	8	134.46
Lamongan	728	5	0.45	8	41.64
Madiun	668	11	1.24	8	92.49

ROP untuk Semen Kantong (Lanjutan)

<i>Zone</i>	<b>Jarak</b>	<b>Rata-Rata Demand</b>	<i>Standar Deviasi</i>	<b>RTD</b>	<b>ROP</b>
Malang	817	19	2.41	9	180.26
Pasuruan	836	6	0.74	9	56.84
Sidoarjo	804	11	1.11	9	103.28
Surabaya	778	63	7.52	9	595.89
Tuban	671	16	2.01	8	135.26

Perhitungan ROP untuk Semen Curah

<i>Zone</i>	<b>Jarak</b>	<b>Rata-Rata Demand</b>	<i>Standar Deviasi</i>	<b>RTD</b>	<b>ROP</b>
Cilegon Kota	137	256.00	50.14	2	602.77
Lebak	106	11.00	1.96	2	25.55
Pandeglang	229	9.00	1.67	3	30.70
Serang	127	561.00	110.40	2	1321.84
Jakarta Barat	47.3	1202.00	236.32	1	1504.49
Jakarta Pusat	38.9	924.00	181.69	1	1156.57
Jakarta Selatan	34.9	1499.00	295.03	1	1876.63
Jakarta Timur	34.5	692.00	136.04	1	866.13
Jakarta Utara	41.9	1316.00	259.01	1	1647.53
Bogor	23.3	1157.00	227.76	1	1448.54
Bandung	149	375.00	73.71	2	883.43
Bandung Kota	150	197.00	38.56	2	463.80
Bekasi	38.7	777.00	152.83	1	972.63
Bekasi Kota	38.2	298.00	58.38	1	372.72
Bogor Kota	23	67.00	12.98	1	83.61
Cianjur	176	6.00	1.15	2	14.09
Cimahi Kota	127	40.00	7.83	2	94.17
Cirebon	232	12.00	2.29	3	41.08
Garut	226	24.00	4.50	3	81.98
Karawang	79.7	964.00	189.74	1	1206.86
Majalengka	215	30.00	5.92	3	103.13
Purwakarta	100	223.00	43.78	2	525.24
Subang	143	80.00	15.43	2	187.92
Sukabumi	79.6	7.00	1.15	1	8.48
Sumedang	191	7.00	1.15	3	23.56
Tangerang Kabupaten	76.6	1283.00	252.57	1	1606.29
Tangerang Kota	61	244.00	47.82	1	305.21
Tasikmalaya	316	17.00	3.12	4	75.98
Tasikmalaya Kota	272	7.00	1.15	3	23.56

Perhitungan ROP untuk Semen Curah (Lanjutan)

<i>Zone</i>	<b>Jarak</b>	<b>Rata- Rata Demand</b>	<i>Standar Deviasi</i>	<b>RTD</b>	<b>ROP</b>
Boyolali	547	4.00	0.79	6	26.49
Kudus	531	7.00	1.15	6	45.62
Magelang	502	7.00	1.15	6	45.62
Purwodadi	532	4.00	0.72	6	26.25
Purwokerto	369	9.00	1.45	4	39.70
Semarang Kota	472	9.00	1.71	6	59.37
Sukoharjo	578	8.00	1.29	7	60.36
Gresik	753	133.00	25.74	9	1295.86
Mojokerto	769	10.00	1.78	9	96.84
Sidoarjo	804	202.00	39.53	9	1969.78

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## LAMPIRAN B

### Rincian Biaya Aktiva Tetap

Item	Biaya	Nilai Sisa
<b>Kendaraan Operasional</b>		
Truk semen bag	Rp390,261,120,000	Rp195,130,560,000
Truk semen curah	Rp208,000,000,000	Rp104,000,000,000
<b>Total Biaya Kendaraan</b>	Rp598,261,120,000	Rp299,130,560,000
<b>Tanah &amp; Bangunan</b>		
- Tanah Bengkel / <i>Workshop / Gud pallet</i>	Rp10,613,000,000	
- Tanah Parkir & <i>Gud Pallet</i>	Rp-	
- Bangunan Workshop/Bengkel/ <i>Gud Pallet</i>	Rp6,400,000,000	
- Bangunan Parkir dan Gud Pallet	Rp-	
- Pagar Keliling Workshop	Rp3,090,000,000	
- Pagar Keliling Parkir dan Gudang	Rp-	
- Urugan (tanah & batu)	Rp11,330,000,000	
- Jalan & Halaman Paving <i>Workshop/Bengkel/Gud Pallet</i>	Rp7,252,500,000	
- Jalan & Halaman Paving Parkir dan Gud Pallet	Rp-	
<b>Total Biaya Tanah &amp; Bangunan</b>	Rp38,685,500,000	
<b>Perlengkapan &amp; Peralatan kantor</b>		
- Peralatan Kantor	Rp70,000,000	
- Komputer	Rp355,400,000	
- Mesin Foto <i>Copy</i>	Rp25,000,000	
- Hardware	Rp705,900,000	
- Software	Rp400,010,000	
- Koneksi Internet	Rp151,500,000	
- Printer Epson LQ-590 Dotmatrix A4	Rp38,500,000	
- Printer HP Laserjet	Rp24,750,000	
<b>Total Biaya Perlengkapan &amp; Peralatan kantor</b>	Rp1,771,060,000	
<b>Peralatan Kerja</b>		
- <i>Equipment</i>	Rp341,126,300	
- <i>Hand Tools</i>	Rp21,099,760	
- Spesial Tool Hino (SST Cat Hino) Pallet	Rp-	
- Biaya Palet Tronton	Rp-	
- Biaya Palet Treler	Rp-	
<b>Total Biaya Peralatan Kerja</b>	Rp362,226,060	
<b>Total Investasi</b>	Rp639,079,906,060	

Upah Sopir Per Perjalanan (Semen Kantong)

Tahun Tahun ke- Upah Sopir (Rp/Hari)		2017 0 200,000	2018 1 220,000	2019 2 242,000	2020 3 266,200	2021 4 292,820	2022 5 322,102
Banten	Cilegon Kota		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Lebak		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Serang		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
DKI Jakarta	Jakarta Barat		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Pusat		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Selatan		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Timur		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Utara		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
Jawa Barat	Bogor		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Bandung		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Bandung Kota		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Bekasi		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Bekasi Kota		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Bogor Kota		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Cianjur		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Cirebon		880,000	968,000	1,064,800	1,171,280	1,288,408
	Depok Kota		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Garut		880,000	968,000	1,064,800	1,171,280	1,288,408
	Indramayu		880,000	968,000	1,064,800	1,171,280	1,288,408
	Karawang		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Purwakarta		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Subang		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Sukabumi Kota		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Tangerang Kabupaten		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Tangerang Kota		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Tasikmalaya		1,100,000	1,210,000	1,331,000	1,464,100	1,610,510
	Tegal		1,100,000	1,210,000	1,331,000	1,464,100	1,610,510
Jawa Tengah	Bantul		1,980,000	2,178,000	2,395,800	2,635,380	2,898,918
	Demak		1,980,000	2,178,000	2,395,800	2,635,380	2,898,918
	Pati		1,980,000	2,178,000	2,395,800	2,635,380	2,898,918
	Pemalang		1,320,000	1,452,000	1,597,200	1,756,920	1,932,612
	Purwokerto		1,320,000	1,452,000	1,597,200	1,756,920	1,932,612
	Rembang		2,420,000	2,662,000	2,928,200	3,221,020	3,543,122
	Semarang Kota		1,760,000	1,936,000	2,129,600	2,342,560	2,576,816
	Solo		2,200,000	2,420,000	2,662,000	2,928,200	3,221,020

Upah Sopir Per Perjalanan (Semen Kantong) (Lanjutan)

Tahun		2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tahun ke-		0	1	2	3	4	5
Upah Sopir (Rp/Hari)		200,000	220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Weleri		1,540,000	1,694,000	1,863,400	2,049,740	2,254,714
Jawa Timur	Banyuwangi		3,520,000	3,872,000	4,259,200	4,685,120	5,153,632
	Kediri		2,860,000	3,146,000	3,460,600	3,806,660	4,187,326
	Lamongan		2,640,000	2,904,000	3,194,400	3,513,840	3,865,224
	Madiun		2,420,000	2,662,000	2,928,200	3,221,020	3,543,122
	Malang		3,080,000	3,388,000	3,726,800	4,099,480	4,509,428
	Pasuruan		3,080,000	3,388,000	3,726,800	4,099,480	4,509,428
	Sidoarjo		3,080,000	3,388,000	3,726,800	4,099,480	4,509,428
	Surabaya		2,860,000	3,146,000	3,460,600	3,806,660	4,187,326
	Tuban		2,420,000	2,662,000	2,928,200	3,221,020	3,543,122

Upah Sopir Per Perjalanan (Semen Curah)

Tahun		2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tahun ke-		0	1	2	3	4	5
Upah Sopir (Rp/Hari)		200,000	220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
Banten	Cilegon Kota		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Lebak		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Pandeglang		880,000	968,000	1,064,800	1,171,280	1,288,408
	Serang		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
DKI Jakarta	Jakarta Barat		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Pusat		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Selatan		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Timur		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Jakarta Utara		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
Jawa Barat	Bogor		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Bandung		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Bandung Kota		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Bekasi		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Bekasi Kota		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Bogor Kota		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Cianjur		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Cimahi Kota		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Cirebon		880,000	968,000	1,064,800	1,171,280	1,288,408
	Garut		880,000	968,000	1,064,800	1,171,280	1,288,408

Upah Sopir Per Perjalanan (Semen Curah) (Lanjutan)

Tahun		2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tahun ke-		0	1	2	3	4	5
Upah Sopir (Rp/Hari)		200,000	220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Karawang		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Majalengka		880,000	968,000	1,064,800	1,171,280	1,288,408
	Purwakarta		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Subang		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Sukabumi		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Sumedang		660,000	726,000	798,600	878,460	966,306
	Tangerang Kabupaten		440,000	484,000	532,400	585,640	644,204
	Tangerang Kota		220,000	242,000	266,200	292,820	322,102
	Tasikmalaya		1,100,000	1,210,000	1,331,000	1,464,100	1,610,510
	Tasikmalaya Kota		1,100,000	1,210,000	1,331,000	1,464,100	1,610,510
Jawa Tengah	Boyolali		1,980,000	2,178,000	2,395,800	2,635,380	2,898,918
	Kudus		1,980,000	2,178,000	2,395,800	2,635,380	2,898,918
	Magelang		1,980,000	2,178,000	2,395,800	2,635,380	2,898,918
	Purwodadi		1,980,000	2,178,000	2,395,800	2,635,380	2,898,918
	Purwokerto		1,320,000	1,452,000	1,597,200	1,756,920	1,932,612
	Semarang Kota		1,760,000	1,936,000	2,129,600	2,342,560	2,576,816
	Sukoharjo		2,200,000	2,420,000	2,662,000	2,928,200	3,221,020
Jawa Timur	Gresik		2,860,000	3,146,000	3,460,600	3,806,660	4,187,326
	Mojokerto		2,860,000	3,146,000	3,460,600	3,806,660	4,187,326
	Sidoarjo		3,080,000	3,388,000	3,726,800	4,099,480	4,509,428



Upah Sopir dan Kernet Per Tahun (Semen Kantong)

Zone	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Cilegon Kota	71,280,000	78,408,000	86,248,800	94,873,680	104,361,048
Lebak	446,160,000	490,776,000	539,853,600	593,838,960	653,222,856
Serang	2,593,360,000	2,852,696,000	3,137,965,600	3,451,762,160	3,796,938,376
Jakarta Barat	2,976,600,000	3,274,260,000	3,601,686,000	3,961,854,600	4,358,040,060
Jakarta Pusat	888,360,000	977,196,000	1,074,915,600	1,182,407,160	1,300,647,876
Jakarta Selatan	2,332,880,000	2,566,168,000	2,822,784,800	3,105,063,280	3,415,569,608
Jakarta Timur	3,906,320,000	4,296,952,000	4,726,647,200	5,199,311,920	5,719,243,112
Jakarta Utara	3,419,240,000	3,761,164,000	4,137,280,400	4,551,008,440	5,006,109,284
Bogor	5,302,000,000	5,832,200,000	6,415,420,000	7,056,962,000	7,762,658,200
Bandung	3,355,440,000	3,690,984,000	4,060,082,400	4,466,090,640	4,912,699,704
Bandung Kota	3,323,760,000	3,656,136,000	4,021,749,600	4,423,924,560	4,866,317,016
Bekasi	3,635,280,000	3,998,808,000	4,398,688,800	4,838,557,680	5,322,413,448
Bekasi Kota	2,572,680,000	2,829,948,000	3,112,942,800	3,424,237,080	3,766,660,788
Bogor Kota	410,520,000	451,572,000	496,729,200	546,402,120	601,042,332
Cianjur	2,867,040,000	3,153,744,000	3,469,118,400	3,816,030,240	4,197,633,264
Cirebon	476,960,000	524,656,000	577,121,600	634,833,760	698,317,136
Depok Kota	2,030,160,000	2,233,176,000	2,456,493,600	2,702,142,960	2,972,357,256
Garut	3,021,920,000	3,324,112,000	3,656,523,200	4,022,175,520	4,424,393,072
Indramayu	256,960,000	282,656,000	310,921,600	342,013,760	376,215,136
Karawang	3,952,080,000	4,347,288,000	4,782,016,800	5,260,218,480	5,786,240,328
Purwakarta	570,240,000	627,264,000	689,990,400	758,989,440	834,888,384
Subang	910,800,000	1,001,880,000	1,102,068,000	1,212,274,800	1,333,502,280
Sukabumi Kota	107,360,000	118,096,000	129,905,600	142,896,160	157,185,776
Tangerang Kabupaten	4,098,160,000	4,507,976,000	4,958,773,600	5,454,650,960	6,000,116,056
Tangerang Kota	2,453,440,000	2,698,784,000	2,968,662,400	3,265,528,640	3,592,081,504
Tasikmalaya	202,400,000	222,640,000	244,904,000	269,394,400	296,333,840
Tegal	327,800,000	360,580,000	396,638,000	436,301,800	479,931,980
Bantul	277,200,000	304,920,000	335,412,000	368,953,200	405,848,520

Upah Sopir dan Kernet Per Tahun (Semen Kantong) (Lanjutan)

Zone	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Demak	736,560,000	810,216,000	891,237,600	980,361,360	1,078,397,496
Pati	269,280,000	296,208,000	325,828,800	358,411,680	394,252,848
Pemalang	815,760,000	897,336,000	987,069,600	1,085,776,560	1,194,354,216
Purwokerto	425,040,000	467,544,000	514,298,400	565,728,240	622,301,064
Rembang	561,440,000	617,584,000	679,342,400	747,276,640	822,004,304
Semarang Kota	288,640,000	317,504,000	349,254,400	384,179,840	422,597,824
Solo	1,289,200,000	1,418,120,000	1,559,932,000	1,715,925,200	1,887,517,720
Weleri	138,600,000	152,460,000	167,706,000	184,476,600	202,924,260
Banyuwangi	309,760,000	340,736,000	374,809,600	412,290,560	453,519,616
Kediri	663,520,000	729,872,000	802,859,200	883,145,120	971,459,632
Lamongan	211,200,000	232,320,000	255,552,000	281,107,200	309,217,920
Madiun	445,280,000	489,808,000	538,788,800	592,667,680	651,934,448
Malang	794,640,000	874,104,000	961,514,400	1,057,665,840	1,163,432,424
Pasuruan	314,160,000	345,576,000	380,133,600	418,146,960	459,961,656
Sidoarjo	474,320,000	521,752,000	573,927,200	631,319,920	694,451,912
Surabaya	2,265,120,000	2,491,632,000	2,740,795,200	3,014,874,720	3,316,362,192
Tuban	614,680,000	676,148,000	743,762,800	818,139,080	899,952,988

Upah Sopir dan Kernet Per Tahun (Semen Curah)

Zone	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Cilegon					
Kota	2,820,840,000	3,102,924,000	3,413,216,400	3,754,538,040	4,129,991,844
Lebak	78,320,000	86,152,000	94,767,200	104,243,920	114,668,312
Pandeglang	123,200,000	135,520,000	149,072,000	163,979,200	180,377,120
Serang	4,024,240,000	4,426,664,000	4,869,330,400	5,356,263,440	5,891,889,784
Jakarta Barat	3,660,360,000	4,026,396,000	4,429,035,600	4,871,939,160	5,359,133,076
Jakarta Pusat	2,772,000,000	3,049,200,000	3,354,120,000	3,689,532,000	4,058,485,200
Jakarta Selatan	4,614,720,000	5,076,192,000	5,583,811,200	6,142,192,320	6,756,411,552
Jakarta Timur	2,240,040,000	2,464,044,000	2,710,448,400	2,981,493,240	3,279,642,564
Jakarta Utara	4,113,560,000	4,524,916,000	4,977,407,600	5,475,148,360	6,022,663,196
Bogor	3,595,240,000	3,954,764,000	4,350,240,400	4,785,264,440	5,263,790,884
Bandung	4,103,880,000	4,514,268,000	4,965,694,800	5,462,264,280	6,008,490,708
Bandung Kota	2,163,480,000	2,379,828,000	2,617,810,800	2,879,591,880	3,167,551,068
Bekasi	2,330,680,000	2,563,748,000	2,820,122,800	3,102,135,080	3,412,348,588
Bekasi Kota	983,400,000	1,081,740,000	1,189,914,000	1,308,905,400	1,439,795,940

Upah Sopir dan Kernet Per Tahun (Semen Curah) (Lanjutan)

Zone	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Bogor Kota	231,000,000	254,100,000	279,510,000	307,461,000	338,207,100
Cianjur	62,040,000	68,244,000	75,068,400	82,575,240	90,832,764
Cimahi					
Kota	291,280,000	320,408,000	352,448,800	387,693,680	426,463,048
Cirebon	174,240,000	191,664,000	210,830,400	231,913,440	255,104,784
Garut	337,920,000	371,712,000	408,883,200	449,771,520	494,748,672
Karawang	6,133,600,000	6,746,960,000	7,421,656,000	8,163,821,600	8,980,203,760
Majalengka	440,000,000	484,000,000	532,400,000	585,640,000	644,204,000
Purwakarta	1,634,160,000	1,797,576,000	1,977,333,600	2,175,066,960	2,392,573,656
Subang	868,560,000	955,416,000	1,050,957,600	1,156,053,360	1,271,658,696
Sukabumi	48,400,000	53,240,000	58,564,000	64,420,400	70,862,440
Sumedang	73,920,000	81,312,000	89,443,200	98,387,520	108,226,272
Tangerang					
Kabupaten	7,946,400,000	8,741,040,000	9,615,144,000	10,576,658,400	11,634,324,240
Tangerang					
Kota	780,560,000	858,616,000	944,477,600	1,038,925,360	1,142,817,896
Tasikmalaya	303,600,000	333,960,000	367,356,000	404,091,600	444,500,760
Tasikmalaya					
Kota	125,400,000	137,940,000	151,734,000	166,907,400	183,598,140
Boyolali	134,640,000	148,104,000	162,914,400	179,205,840	197,126,424
Kudus	225,720,000	248,292,000	273,121,200	300,433,320	330,476,652
Magelang	225,720,000	248,292,000	273,121,200	300,433,320	330,476,652
Purwodadi	130,680,000	143,748,000	158,122,800	173,935,080	191,328,588
Purwokerto	190,080,000	209,088,000	229,996,800	252,996,480	278,296,128
Semarang					
Kota	246,400,000	271,040,000	298,144,000	327,958,400	360,754,240
Sukoharjo	272,800,000	300,080,000	330,088,000	363,096,800	399,406,480
Gresik	6,412,120,000	7,053,332,000	7,758,665,200	8,534,531,720	9,387,984,892
Mojokerto	440,440,000	484,484,000	532,932,400	586,225,640	644,848,204
Sidoarjo					
	10,422,720,000	11,464,992,000	12,611,491,200	13,872,640,320	15,259,904,352

Biaya *Maintenance* Per Tahun (Semen Kantong)

Tahun Tahun ke- Biaya <i>Maintenance</i> (Rp/km)		2,018 1 1,755	2,019 2 1,895	2,020 3 2,047	2,021 4 2,210	2,022 5 2,387
Banten	Cilegon Kota	25,962,403	28,039,396	30,282,547	32,705,151	35,321,563
	Lebak	188,601,174	203,689,268	219,984,409	237,583,162	256,589,815
	Serang	1,313,452,658	1,418,528,871	1,532,011,181	1,654,572,075	1,786,937,841
DKI Jakarta	Jakarta Barat	1,122,947,645	1,212,783,457	1,309,806,133	1,414,590,624	1,527,757,874
	Jakarta Pusat	275,623,655	297,673,547	321,487,431	347,206,425	374,982,940
	Jakarta Selatan	649,375,228	701,325,246	757,431,266	818,025,767	883,467,829
	Jakarta Timur	1,074,891,931	1,160,883,286	1,253,753,948	1,354,054,264	1,462,378,605
	Jakarta Utara	1,142,671,772	1,234,085,514	1,332,812,355	1,439,437,343	1,554,592,331
Jawa Barat	Bogor	985,311,462	1,064,136,379	1,149,267,289	1,241,208,672	1,340,505,366
	Bandung	1,329,206,271	1,435,542,773	1,550,386,195	1,674,417,090	1,808,370,458
	Bandung Kota	1,325,493,346	1,431,532,813	1,546,055,438	1,669,739,874	1,803,319,063
	Bekasi	1,122,087,496	1,211,854,495	1,308,802,855	1,413,507,083	1,526,587,650
	Bekasi Kota	783,839,281	846,546,423	914,270,137	987,411,748	1,066,404,688
	Bogor Kota	75,307,815	81,332,440	87,839,035	94,866,158	102,455,451
	Cianjur	1,341,538,237	1,448,861,296	1,564,770,200	1,689,951,816	1,825,147,961
	Cirebon	220,641,826	238,293,172	257,356,626	277,945,156	300,180,768
	Depok Kota	333,561,085	360,245,972	389,065,649	420,190,901	453,806,173
	Garut	1,361,787,368	1,470,730,357	1,588,388,786	1,715,459,889	1,852,696,680
	Indramayu	107,597,633	116,205,444	125,501,879	135,542,029	146,385,392
	Karawang	1,256,122,351	1,356,612,139	1,465,141,110	1,582,352,399	1,708,940,591
	Purwakarta	227,407,913	245,600,546	265,248,590	286,468,477	309,385,955
	Subang	346,270,660	373,972,313	403,890,098	436,201,306	471,097,411
	Sukabumi Kota	34,080,304	36,806,729	39,751,267	42,931,368	46,365,878
	Tangerang Kabupaten	1,251,888,283	1,352,039,345	1,460,202,493	1,577,018,692	1,703,180,188
	Tangerang Kota	1,193,666,944	1,289,160,299	1,392,293,123	1,503,676,573	1,623,970,699
	Tasikmalaya	87,818,760	94,844,260	102,431,801	110,626,345	119,476,453
	Tegal	158,960,939	171,677,814	185,412,039	200,245,002	216,264,602
Jawa Tengah	Bantul	134,128,556	144,858,841	156,447,548	168,963,352	182,480,420
	Demak	325,066,978	351,072,336	379,158,123	409,490,773	442,250,035
	Pati	130,773,588	141,235,475	152,534,313	164,737,058	177,916,022
	Pemalang	388,214,787	419,271,970	452,813,727	489,038,825	528,161,931
	Purwokerto	208,488,838	225,167,945	243,181,381	262,635,891	283,646,763
	Rembang	244,660,032	264,232,835	285,371,461	308,201,178	332,857,273
	Semarang Kota	135,827,097	146,693,265	158,428,726	171,103,024	184,791,266

Biaya *Maintenance* Per Tahun (Semen Kantong) (Lanjutan)

Tahun Tahun ke- Biaya <i>Maintenance</i> (Rp/km)		2,018 1 1,755	2,019 2 1,895	2,020 3 2,047	2,021 4 2,210	2,022 5 2,387
	Solo Weleri	583,017,037 66,327,308	629,658,400 71,633,493	680,031,072 77,364,172	734,433,558 83,553,306	793,188,243 90,237,570
Jawa Timur	Banyuwangi	164,449,611	177,605,580	191,814,027	207,159,149	223,731,881
	Kediri	298,395,680	322,267,334	348,048,721	375,892,618	405,964,028
	Lamongan	102,193,186	110,368,641	119,198,132	128,733,982	139,032,701
	Madiun	215,672,542	232,926,345	251,560,453	271,685,289	293,420,112
	Malang	369,864,231	399,453,370	431,409,639	465,922,411	503,196,203
	Pasuruan	149,625,984	161,596,063	174,523,748	188,485,648	203,564,500
	Sidoarjo	217,258,782	234,639,485	253,410,644	273,683,495	295,578,175
	Surabaya	1,081,198,289	1,167,694,153	1,261,109,685	1,361,998,459	1,470,958,336
	Tuban	299,058,953	322,983,669	348,822,362	376,728,151	406,866,404

Biaya *Maintenance* Per Tahun (Semen Curah)

Tahun Tahun ke- Biaya <i>Maintenance</i> (Rp/km)		2018 1 1,755	2019 2 1,895	2020 3 2,047	2021 4 2,210	2022 5 2,387
Banten	Cilegon Kota	1,027,438,076	1,109,633,122	1,198,403,772	1,294,276,074	1,397,818,160
	Lebak	33,107,504	35,756,104	38,616,593	41,705,920	45,042,394
	Pandeglang	56,255,383	60,755,814	65,616,279	70,865,582	76,534,828
	Serang	2,038,146,931	2,201,198,686	2,377,294,580	2,567,478,147	2,772,876,399
DKI Jakarta	Jakarta Barat	1,380,901,915	1,491,374,069	1,610,683,994	1,739,538,714	1,878,701,811
	Jakarta Pusat	860,044,094	928,847,621	1,003,155,431	1,083,407,866	1,170,080,495
	Jakarta Selatan	1,284,543,076	1,387,306,522	1,498,291,044	1,618,154,328	1,747,606,674
	Jakarta Timur	616,385,990	665,696,869	718,952,619	776,468,828	838,586,335
	Jakarta Utara	1,374,705,752	1,484,682,212	1,603,456,789	1,731,733,332	1,870,271,998
Jawa Barat	Bogor	668,131,117	721,581,606	779,308,135	841,652,785	908,985,008
	Bandung	1,625,689,338	1,755,744,485	1,896,204,044	2,047,900,367	2,211,732,397
	Bandung Kota	862,781,411	931,803,924	1,006,348,238	1,086,856,097	1,173,804,585
	Bekasi	719,401,775	776,953,917	839,110,230	906,239,049	978,738,172
	Bekasi Kota	299,620,454	323,590,090	349,477,297	377,435,481	407,630,320
	Bogor Kota	42,375,780	45,765,843	49,427,110	53,381,279	57,651,781
	Cianjur	29,029,603	31,351,971	33,860,129	36,568,939	39,494,454
	Cimahi Kota	147,523,865	159,325,774	172,071,836	185,837,583	200,704,590
	Cirebon	80,603,471	87,051,749	94,015,889	101,537,160	109,660,133

Biaya Maintenance Per Tahun (Semen Curah) (Lanjutan)

Tahun Tahun ke- Biaya Maintenance (Rp/km)		2018 1 1,755	2019 2 1,895	2020 3 2,047	2021 4 2,210	2022 5 2,387
	Garut	152,279,077	164,461,403	177,618,315	191,827,780	207,174,003
	Karawang	1,949,492,939	2,105,452,374	2,273,888,564	2,455,799,649	2,652,263,621
	Majalengka	188,629,249	203,719,589	220,017,156	237,618,528	256,628,011
	Purwakarta	651,692,122	703,827,491	760,133,691	820,944,386	886,619,937
	Subang	330,211,731	356,628,670	385,158,963	415,971,680	449,249,415
	Sukabumi	15,364,072	16,593,197	17,920,653	19,354,305	20,902,650
	Sumedang	37,536,343	40,539,251	43,782,391	47,284,982	51,067,781
	Tangerang Kabupaten	2,427,432,079	2,621,626,645	2,831,356,777	3,057,865,319	3,302,494,545
	Tangerang Kota	379,764,196	410,145,332	442,956,958	478,393,515	516,664,996
	Tasikmalaya Tasikmalaya Kota	153,037,103 54,409,449	165,280,071 58,762,205	178,502,477 63,463,181	192,782,675 68,540,236	208,205,289 74,023,454
Jawa Tengah	Boyolali	65,267,475	70,488,873	76,127,983	82,218,221	88,795,679
	Kudus	106,218,446	114,715,922	123,893,196	133,804,651	144,509,023
	Magelang	100,417,439	108,450,834	117,126,900	126,497,053	136,616,817
	Purwodadi	61,610,699	66,539,555	71,862,720	77,611,737	83,820,676
	Purwokerto	93,237,244	100,696,224	108,751,922	117,452,076	126,848,242
	Semarang Kota	115,949,961	125,225,958	135,244,034	146,063,557	157,748,641
	Sukoharjo	125,762,191	135,823,166	146,689,020	158,424,141	171,098,072
Jawa Timur	Gresik	2,962,314,441	3,199,299,597	3,455,243,564	3,731,663,050	4,030,196,094
	Mojokerto	207,800,999	224,425,079	242,379,086	261,769,413	282,710,966
	Sidoarjo	4,774,050,124	5,155,974,134	5,568,452,064	6,013,928,229	6,495,042,488

Tabel Biaya Bahan Bakar Per Tahun (Semen Kantong)

Tahun Tahun ke- Biaya BBM (Rp/km)		2018 1 3,796	2019 2 3,948	2020 3 4,106	2021 4 4,270	2022 5 4,441
Banten	Cilegon Kota	56,165,616	58,412,241	60,748,730	63,178,679	65,705,827
	Lebak	408,009,264	424,329,635	441,302,820	458,954,933	477,313,130
	Serang	2,841,450,248	2,955,108,258	3,073,312,588	3,196,245,092	3,324,094,895
DKI Jakarta	Jakarta Barat	2,429,322,324	2,526,495,217	2,627,555,026	2,732,657,227	2,841,963,516
	Jakarta Pusat	596,268,847	620,119,601	644,924,385	670,721,361	697,550,215
	Jakarta Selatan	1,404,822,162	1,461,015,048	1,519,455,650	1,580,233,876	1,643,443,231
	Jakarta Timur	2,325,361,272	2,418,375,723	2,515,110,752	2,615,715,182	2,720,343,789
	Jakarta Utara	2,471,992,401	2,570,872,097	2,673,706,981	2,780,655,260	2,891,881,470

Tabel Biaya Bahan Bakar Per Tahun (Semen Kantong) (Lanjutan)

Tahun Tahun ke- Biaya BBM (Rp/km)		2018 1 3,796	2019 2 3,948	2020 3 4,106	2021 4 4,270	2022 5 4,441
Jawa Barat	Bogor	2,131,567,880	2,216,830,595	2,305,503,819	2,397,723,972	2,493,632,931
	Bandung	2,875,530,736	2,990,551,965	3,110,174,044	3,234,581,006	3,363,964,246
	Bandung Kota	2,867,498,400	2,982,198,336	3,101,486,269	3,225,545,720	3,354,567,549
	Bekasi	2,427,461,525	2,524,559,986	2,625,542,385	2,730,564,081	2,839,786,644
	Bekasi Kota	1,695,714,197	1,763,542,765	1,834,084,475	1,907,447,854	1,983,745,768
	Bogor Kota	162,916,728	169,433,397	176,210,733	183,259,162	190,589,529
	Cianjur	2,902,209,024	3,018,297,385	3,139,029,280	3,264,590,452	3,395,174,070
	Cirebon	477,324,224	496,417,193	516,273,881	536,924,836	558,401,829
	Depok Kota	721,607,453	750,471,751	780,490,621	811,710,246	844,178,656
	Garut	2,946,014,864	3,063,855,459	3,186,409,677	3,313,866,064	3,446,420,707
	Indramayu	232,770,720	242,081,549	251,764,811	261,835,403	272,308,819
	Karawang	2,717,425,058	2,826,122,061	2,939,166,943	3,056,733,621	3,179,002,966
	Purwakarta	491,961,600	511,640,064	532,105,667	553,389,893	575,525,489
	Subang	749,102,640	779,066,746	810,229,415	842,638,592	876,344,136
	Sukabumi Kota	73,727,430	76,676,528	79,743,589	82,933,332	86,250,666
	Tangerang Kabupaten	2,708,265,310	2,816,595,923	2,929,259,760	3,046,430,150	3,168,287,356
	Tangerang Kota	2,582,312,512	2,685,605,012	2,793,029,213	2,904,750,381	3,020,940,397
	Tasikmalaya	189,982,208	197,581,496	205,484,756	213,704,146	222,252,312
	Tegal	343,887,232	357,642,721	371,948,430	386,826,367	402,299,422
Jawa Tengah	Bantul	290,166,240	301,772,890	313,843,805	326,397,557	339,453,460
	Demak	703,231,776	731,361,047	760,615,489	791,040,108	822,681,713
	Pati	282,908,288	294,224,620	305,993,604	318,233,348	330,962,682
	Pemalang	839,842,224	873,435,913	908,373,349	944,708,283	982,496,615
	Purwokerto	451,033,128	469,074,453	487,837,431	507,350,928	527,644,966
	Rembang	529,283,872	550,455,227	572,473,436	595,372,373	619,187,268
	Semarang Kota	293,840,768	305,594,399	317,818,175	330,530,902	343,752,138
	Solo	1,261,266,552	1,311,717,214	1,364,185,903	1,418,753,339	1,475,503,472
Jawa Timur	Weleri	143,488,800	149,228,352	155,197,486	161,405,386	167,861,601
	Banyuwangi	355,761,120	369,991,565	384,791,227	400,182,876	416,190,192
	Kediri	645,532,576	671,353,879	698,208,034	726,136,356	755,181,810
	Lamongan	221,079,040	229,922,202	239,119,090	248,683,853	258,631,207
	Madiun	466,573,952	485,236,910	504,646,386	524,832,242	545,825,532
	Malang	800,143,656	832,149,402	865,435,378	900,052,793	936,054,905
	Pasuruan	323,692,512	336,640,212	350,105,821	364,110,054	378,674,456
	Sidoarjo	470,005,536	488,805,757	508,357,988	528,692,307	549,840,000
	Surabaya	2,339,004,096	2,432,564,260	2,529,866,830	2,631,061,503	2,736,303,964
	Tuban	646,967,464	672,846,163	699,760,009	727,750,409	756,860,426

Tabel Biaya Bahan Bakar Per Tahun (Semen Curah)

Tahun		2018	2019	2020	2021	2022
Tahun ke-		1	2	3	4	5
Biaya BBM (Rp/km)		3,796	3,948	4,106	4,270	4,441
Banten	Cilegon Kota	2,222,702,248	2,311,610,338	2,404,074,751	2,500,237,741	2,600,247,251
	Lebak	71,622,928	74,487,845	77,467,359	80,566,053	83,788,695
	Pandeglang	121,699,760	126,567,750	131,630,460	136,895,679	142,371,506
	Serang	4,409,213,432	4,585,581,969	4,769,005,248	4,959,765,458	5,158,156,076
DKI Jakarta	Jakarta Barat	2,987,366,210	3,106,860,859	3,231,135,293	3,360,380,705	3,494,795,933
	Jakarta Pusat	1,860,571,440	1,934,994,298	2,012,394,070	2,092,889,832	2,176,605,426
	Jakarta Selatan	2,778,908,870	2,890,065,225	3,005,667,834	3,125,894,548	3,250,930,329
	Jakarta Timur	1,333,455,084	1,386,793,287	1,442,265,019	1,499,955,620	1,559,953,844
	Jakarta Utara	2,973,961,775	3,092,920,246	3,216,637,056	3,345,302,538	3,479,114,640
Jawa Barat	B O G O	1,445,397,606	1,503,213,510	1,563,342,050	1,625,875,732	1,690,910,762
	Bandung	3,516,925,672	3,657,602,699	3,803,906,807	3,956,063,079	4,114,305,602
	Bandung Kota	1,866,493,200	1,941,152,928	2,018,799,045	2,099,551,007	2,183,533,047
	Bekasi	1,556,313,689	1,618,566,236	1,683,308,886	1,750,641,241	1,820,666,891
	Bekasi Kota	648,182,184	674,109,471	701,073,850	729,116,804	758,281,476
	Bogor Kota	91,673,400	95,340,336	99,153,949	103,120,107	107,244,912
	Cianjur	62,801,024	65,313,065	67,925,588	70,642,611	73,468,316
	Cimahi Kota	319,144,904	331,910,700	345,187,128	358,994,613	373,354,398
	Cirebon	174,373,056	181,347,978	188,601,897	196,145,973	203,991,812
	Garut	329,432,064	342,609,347	356,313,720	370,566,269	385,388,920
	Karawang	4,217,424,328	4,386,121,301	4,561,566,153	4,744,028,799	4,933,789,951
	Majalengka	408,070,000	424,392,800	441,368,512	459,023,252	477,384,183
	Purwakarta	1,409,834,400	1,466,227,776	1,524,876,887	1,585,871,963	1,649,306,841
	Subang	714,361,648	742,936,114	772,653,558	803,559,701	835,702,089
	Sukabumi	33,237,776	34,567,287	35,949,979	37,387,978	38,883,497
	Sumedang	81,204,032	84,452,193	87,830,281	91,343,492	94,997,232
	Tangerang Kabupaten	5,251,371,216	5,461,426,065	5,679,883,107	5,907,078,432	6,143,361,569
	Tangerang Kota	821,560,688	854,423,116	888,600,040	924,144,042	961,109,803
	Tasikmalaya	331,071,936	344,314,813	358,087,406	372,410,902	387,307,338
	Tasikmalaya Kota	117,706,368	122,414,623	127,311,208	132,403,656	137,699,802
Jawa Tengah	Boyolali	141,196,016	146,843,857	152,717,611	158,826,315	165,179,368
	Kudus	229,787,064	238,978,547	248,537,688	258,479,196	268,818,364
	Magelang	217,237,488	225,926,988	234,964,067	244,362,630	254,137,135
	Purwodadi	133,285,152	138,616,558	144,161,220	149,927,669	155,924,776
	Purwokerto	201,704,256	209,772,426	218,163,323	226,889,856	235,965,450
	Semarang Kota	250,839,680	260,873,267	271,308,198	282,160,526	293,446,947
	Sukoharjo	272,066,912	282,949,588	294,267,572	306,038,275	318,279,806
Jawa Timur	Gresik	6,408,505,896	6,664,846,132	6,931,439,977	7,208,697,576	7,497,045,479
	Mojokerto	449,545,096	467,526,900	486,227,976	505,677,095	525,904,179
	Sidoarjo	10,327,913,856	10,741,030,410	11,170,671,627	11,617,498,492	12,082,198,431



## LAMPIRAN C

### Tarif Distribusi Semen Kantong

Zone		Tarif (Rp/Ton/Tujuan)				
		2018	2019	2020	2021	2022
Banten	Cilegon Kota	132,621	142,521	153,258	164,909	177,558
	Lebak	86,420	92,721	99,545	106,941	114,959
	Serang	41,618	44,567	47,755	51,204	54,938
DKI Jakarta	Jakarta Barat	37,625	40,418	43,446	46,731	50,297
	Jakarta Pusat	36,389	39,174	42,199	45,486	49,059
	Jakarta Selatan	34,297	36,966	39,868	43,024	46,457
	Jakarta Timur	30,867	33,273	35,890	38,735	41,831
	Jakarta Utara	8,883	9,555	10,285	11,077	11,937
Jawa Barat	Bogor	5,292	5,728	6,204	6,723	7,289
	Bandung	23,707	25,453	27,345	29,398	31,624
	Bandung Kota	51,372	55,152	59,249	63,690	68,508
	Bekasi	16,478	17,740	19,111	20,601	22,221
	Bekasi Kota	36,027	38,793	41,797	45,061	48,610
	Bogor Kota	29,068	31,470	34,088	36,945	40,061
	Cianjur	54,095	57,976	62,175	66,722	71,647
	Cirebon	184,516	197,777	212,129	227,669	244,503
	Depok Kota	28,115	30,471	33,042	35,849	38,913
	Garut	93,304	100,038	107,327	115,222	123,776
	Indramayu	177,396	190,349	204,380	219,586	236,074
	Karawang	35,231	37,917	40,835	44,004	47,449
	Purwakarta	83,982	90,162	96,859	104,120	111,997
	Subang	121,494	130,502	140,269	150,862	162,358
	Sukabumi Kota	77,103	82,984	89,370	96,308	103,848
	Tangerang Kabupaten	15,337	16,514	17,792	19,181	20,691
	Tangerang Kota	41,251	44,192	47,373	50,817	54,545
	Tasikmalaya	231,433	248,236	266,431	286,145	307,514
	Tegal	241,884	259,138	277,803	298,005	319,881
Jawa Tengah	Bantul	449,215	481,270	515,946	553,479	594,122
	Demak	397,580	426,368	457,538	491,303	527,896
	Pati	458,577	491,281	526,659	564,949	606,411
	Pemalang	280,178	300,224	321,912	345,391	370,818
	Purwokerto	289,606	310,227	332,532	356,671	382,806
	Rembang	483,913	519,023	557,042	598,231	642,875
	Semarang Kota	394,270	422,528	453,107	486,211	522,069
	Solo	439,576	471,282	505,602	542,772	583,047
	Weleri	362,351	388,253	416,277	446,611	479,462
Jawa Timur	Banyuwangi	731,217	782,635	838,211	898,312	963,339
	Kediri	496,298	532,126	570,912	612,920	658,439
	Lamongan	577,562	618,775	663,360	711,616	763,871

Tarif Distribusi Semen Kantong (Lanjutan)

Zone		Tarif (Rp/Ton/Tujuan)				
		2018	2019	2020	2021	2022
	Madiun	516,420	553,265	593,123	636,263	682,977
	Malang	488,757	523,849	561,826	602,944	647,485
	Pasuruan	656,166	703,106	753,894	808,871	868,413
	Sidoarjo	555,951	595,969	639,283	686,187	737,003
	Surabaya	425,766	456,214	489,156	524,815	563,435
	Tuban	470,947	504,523	540,844	580,154	622,720

Tarif Distribusi Semen Curah

Zone		Tarif (Rp/Ton/Tujuan)				
		2018	2019	2020	2021	2022
Banten	Cilegon Kota	109,796	117,992	126,881	136,527	146,999
	Lebak	84,124	90,257	96,900	104,099	111,904
	Pandeglang	179,266	192,176	206,150	221,283	237,678
	Serang	86,138	92,241	98,839	105,978	113,706
DKI Jakarta	Jakarta Barat	30,822	33,110	35,591	38,282	41,203
	Jakarta Pusat	27,436	29,536	31,817	34,296	36,990
	Jakarta Selatan	26,705	28,784	31,043	33,500	36,173
	Jakarta Timur	27,958	30,137	32,507	35,084	37,888
	Jakarta Utara	29,668	31,913	34,349	36,995	39,870
Jawa Barat	Bogor	22,766	24,643	26,690	28,923	31,359
	Bandung	113,883	122,272	131,363	141,222	151,916
	Bandung Kota	115,119	123,590	132,770	142,723	153,520
	Bekasi	27,373	29,470	31,747	34,222	36,913
	Bekasi Kota	29,932	32,229	34,725	37,437	40,386
	Bogor Kota	25,489	27,595	29,891	32,396	35,129
	Cianjur	134,364	144,003	154,434	165,727	177,960
	Cimahi Kota	89,236	95,558	102,394	109,790	117,795
	Cirebon	177,126	189,855	203,632	218,550	234,710
	Garut	164,958	176,863	189,750	203,707	218,831
	Karawang	58,886	63,377	68,253	73,551	79,308
	Majalengka	162,759	174,598	187,421	201,314	216,376
	Purwakarta	76,833	82,487	88,614	95,257	102,464
	Subang	112,065	120,374	129,382	139,154	149,758
	Sukabumi	72,392	77,913	83,909	90,423	97,502
	Sumedang	145,341	155,633	166,763	178,803	191,835
	Tangerang Kabupaten	56,171	60,481	65,163	70,250	75,781
	Tangerang Kota	37,567	40,245	43,142	46,278	49,673
	Tasikmalaya	226,303	242,348	259,697	278,469	298,789
	Tasikmalaya Kota	224,477	240,775	258,424	277,545	298,272

Tarif Distribusi Semen Curah (Lanjutan)

Zone		Tarif (Rp/Ton/Tujuan)				
		2018	2019	2020	2021	2022
Jawa Tengah	Boyolali	466,968	500,280	536,316	575,319	617,554
	Kudus	423,865	454,245	487,118	522,708	561,257
	Magelang	416,499	446,619	479,228	514,549	552,826
	Purwodadi	452,041	484,431	519,479	557,422	598,519
	Purwokerto	281,356	301,389	323,059	346,510	371,901
	Semarang Kota	367,993	394,369	422,909	453,808	487,275
	Sukoharjo	462,712	495,985	531,995	570,989	613,232
Jawa Timur	Gresik	552,093	591,780	634,731	681,239	731,622
	Mojokerto	590,584	632,896	678,680	728,245	781,931
	Sidoarjo	586,110	628,300	673,963	723,412	776,985

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama Novira Claresta merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Lahir di Jakarta, 4 November 1995. Penulis memulai pendidikan di TK Fajar Hidayah, SD Al Jannah Islamic School, SMP Labschool Jakarta, dan kemudian dilanjutkan di SMA Labschool Jakarta. Penelitian Tugas Akhir ini dibuat agar penulis mendapatkan gelar Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selain mengikuti kegiatan akademis penulis juga terlibat dalam kegiatan kepanitian dalam jurusan, Himpunan Mahasiswa Teknik Industri, kepanitian fakultas, dan institut, juga menjadi Asisten dari Laboratorium Quantitative Modeling and Industrial Policy Analysis, serta mengikuti UKM Muaythai. Selain itu penulis juga melakukan kegiatan di luar institusi yaitu bergabung dengan *wedding organizer* dan sempat bekerja pada *startup company*. Tugas akhir ini masih belum sempurna sehingga untuk saran dan kritik dapat menghubungi penulis mengenai tugas akhir ini pada email [noviraclaresta@gmail.com](mailto:noviraclaresta@gmail.com).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)